



Docket No.: P9219.0006
(PATENT)

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:
Hideki Sato

Application No.: 10/720,253

Filed: November 25, 2003

Art Unit: Not Yet Assigned

For: MAGNETIC SENSOR, AND METHOD OF
COMPENSATING TEMPERATURE-
DEPENDENT CHARACTERISTIC OF
MAGNETIC SENSOR

Examiner: Not Yet Assigned

CLAIM FOR PRIORITY AND SUBMISSION OF DOCUMENTS

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Applicant hereby claims priority under 35 U.S.C. 119 based on the following
prior foreign application filed in the following foreign country on the date indicated:

<u>Country</u>	<u>Application No.</u>	<u>Date</u>
Japan	PCT/JP02/12476	November 29, 2002

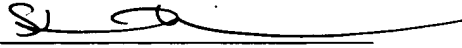
Application No.: 10/720,253

Docket No.: P9219.0006

In support of this claim, a certified copy of the said original foreign application is filed herewith.

Dated: February 11, 2004

Respectfully submitted,

By 

Steven I. Weisburd

Registration No.: 27,409

DICKSTEIN SHAPIRO MORIN &

OSHINSKY LLP

1177 Avenue of the Americas

41st Floor

New York, New York 10036-2714

(212) 835-1400

Attorney for Applicant

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類は下記の出願書類の謄本に相違ないことを証明する。
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2002年11月29日

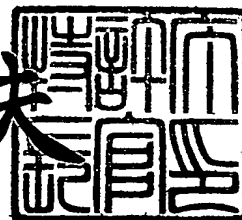
出 願 番 号
Application Number: PCT/JPO2/12476

出 願 人
Applicant (s): ヤマハ株式会社
佐藤 秀樹

2003 年 12 月 18 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証平 15-500378

特許協力条約に基づく国際出願

願 書

出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。

国際出願番号	PCT/JP02/12476
国際出願日	29.11.02
(受付印)	PCT International Application 日本国特許庁
出願人又は代理人の書類記号 (希望する場合、最大12字)	PA0068WO

第I欄 発明の名称	
磁気センサ、及び磁気センサの温度依存特性補償方法	
第II欄 出願人 <input type="checkbox"/> この欄に記載した者は、発明者でもある。	
氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)	電話番号:
ヤマハ株式会社 YAMAHA CORPORATION 〒430-8650 日本国静岡県浜松市中沢町10番1号 10-1, Nakazawa-cho, Hamamatsu-shi, Shizuoka 430-8650 Japan	053-460-2511
	ファクシミリ番号: 053-468-2158
	加入電話番号:
	出願人登録番号:
国籍(国名): 日本国 Japan	住所(国名): 日本国 Japan
この欄に記載した者は、次の指定国についての出願人である: <input type="checkbox"/> すべての指定国 <input checked="" type="checkbox"/> 米国を除くすべての指定国 <input type="checkbox"/> 米国のみ <input type="checkbox"/> 追記欄に記載した指定国	
第III欄 その他の出願人又は発明者	
氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)	この欄に記載した者は次に該当する:
佐藤 秀樹 SATO Hideki 〒430-8650 日本国静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式会社内 c/o YAMAHA CORPORATION 10-1, Nakazawa-cho, Hamamatsu-shi, Shizuoka 430-8650 Japan	<input type="checkbox"/> 出願人のみである。 <input checked="" type="checkbox"/> 出願人及び発明者である。 <input type="checkbox"/> 発明者のみである。 (ここにレ印を付したときは、以下に記入しないこと)
	出願人登録番号:
国籍(国名): 日本国 Japan	住所(国名): 日本国 Japan
この欄に記載した者は、次の指定国についての出願人である: <input type="checkbox"/> すべての指定国 <input type="checkbox"/> 米国を除くすべての指定国 <input checked="" type="checkbox"/> 米国のみ <input type="checkbox"/> 追記欄に記載した指定国	
<input type="checkbox"/> その他の出願人又は発明者が続葉に記載されている。	
第IV欄 代理人又は共通の代表者、通知のあて名	
次に記載された者は、国際機関において出願人のために行動する: <input checked="" type="checkbox"/> 代理人 <input type="checkbox"/> 共通の代表者	
氏名(名称)及びあて名:(姓・名の順に記載;法人は公式の完全な名称を記載;あて名は郵便番号及び国名も記載)	電話番号:
8897 弁理士 大庭咲夫 OBA Sakio 11518 弁理士 加藤慎治 KATO Shinji 〒453-0801 日本国愛知県名古屋市中村区太閤3丁目1番18号 名古屋KSビル2階 プロスペック特許事務所 Prospec Patent Firm 2nd Floor, NAGOYA-KS Building, 1-18, Taiko 3-chome, Nakamura-ku, Nagoya-shi, Aichi 453-0801 Japan	052-459-5366
	ファクシミリ番号: 052-459-5368
	加入電話番号:
	代理人登録番号:
<input type="checkbox"/> 通知のためのあて名:代理人又は共通の代表者が選任されておらず、上記特許内に特に通知が送付されるあて名を記載している場合は、レ印を付す。	

第Ⅴ欄 国の指定

(該当する□にレ印を付すこと；少なくとも1つの□にレ印を付すこと)。

規則 4.9(a)の規定に基づき次の指定を行う。ほかの種類保護又は取扱をいずれかの指定国(又は OAPI)で求める場合には追記欄に記載する。

広域特許

- ☒ **AP** **ARIPO** 特許：GH ガーナ Ghana, GM ガンビア Gambia, KE ケニア Kenya, LS レソト Lesotho, MW マラウイ Malawi, MZ モザンビーク Mozambique, SD スーダン Sudan, SL シエラ・レオネ Sierra Leone, SZ スワジランド Swaziland, TZ タンザニア United Republic of Tanzania, UG ウガンダ Uganda, ZM ザンビア Zambia, ZW ジンバブエ Zimbabwe, 及びハラレプロトコルと特許協力条約の締約国である他の国 (他の種類の保護又は取り扱いを求める場合には点線の上に記載する).....
- ☒ **EA** ユーラシア特許：AM アルメニア Armenia, AZ アゼルバイジャン Azerbaijan, BY ベラルーシ Belarus, KG キルギスタン Kyrgyzstan, KZ カザフスタン Kazakhstan, MD モルドヴァ Republic of Moldova, RU ロシア Russian Federation, TJ タジキスタン Tajikistan, TM トルクメニスタン Turkmenistan, 及びユーラシア特許条約と特許協力条約の締約国である他の国.....
- ☒ **EP** ヨーロッパ特許：AT オーストリア Austria, BE ベルギー Belgium, BG ブルガリア Bulgaria, CH and LI スイス及びリヒテンシュタイン Switzerland and Liechtenstein, CY キプロス Cyprus, CZ チェコ Czech Republic, DE ドイツ Germany, DK デンマーク Denmark, EE エストニア Estonia, ES スペイン Spain, FI フィンランド Finland, FR フランス France, GB 英国 United Kingdom, GR ギリシャ Greece, IE アイルランド Ireland, IT イタリア Italy, LU ルクセンブルグ Luxembourg, MC モナコ Monaco, NL オランダ Netherlands, PT ポルトガル Portugal, SE スウェーデン Sweden, SK スロヴァキア Slovakia, TR トルコ Turkey, 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国である他の国.....
- ☒ **OAPI** **OAPI** 特許：BF ブルキナ・ファソ Burkina Faso, BJ ベナン Benin, CF 中央アフリカ Central African Republic, CG コンゴ Congo, CI コートジボアール Côte d'Ivoire, CM カメルーン Cameroon, GA ガボン Gabon, GN ギニア Guinea, GQ 赤道ギニア Equatorial Guinea, GW ギニア・ビサウ Guinea-Bissau, ML マリ Mali, MR モリタニア Mauritania, NE ニジェール Niger, SN セネガル Senegal, TD チャド Chad, TG トーゴ Togo, 及びアフリカ知的財産機構のメンバー国であり特許協力条約の締約国である他の国 (他の種類の保護又は取り扱いを求める場合には点線の上に記載する).....

国内特許 (他の種類の保護又は取り扱いを求める場合には点線の上に記載する)

- | | | |
|--|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> AE アラブ首長国連邦
United Arab Emirates | <input checked="" type="checkbox"/> GE グルジア Georgia..... | <input checked="" type="checkbox"/> NZ ニュー・ジーランド New Zealand |
| <input checked="" type="checkbox"/> AG アンティグア・バーブーダ
Antigua and Barbuda | <input checked="" type="checkbox"/> GH ガーナ Ghana | <input checked="" type="checkbox"/> OM オマーン Oman |
| <input checked="" type="checkbox"/> AL アルバニア Albania | <input checked="" type="checkbox"/> GM ガンビア Gambia | <input checked="" type="checkbox"/> PH フィリピン Philippines..... |
| <input checked="" type="checkbox"/> AM アルメニア Armenia..... | <input checked="" type="checkbox"/> HR クロアチア Croatia..... | <input checked="" type="checkbox"/> PL ポーランド Poland..... |
| <input checked="" type="checkbox"/> AT オーストリア Austria..... | <input checked="" type="checkbox"/> HU ハンガリー Hungary..... | <input checked="" type="checkbox"/> PT ポルトガル Portugal..... |
| <input checked="" type="checkbox"/> AU オーストラリア Australia..... | <input checked="" type="checkbox"/> ID インドネシア Indonesia..... | <input checked="" type="checkbox"/> RO ルーマニア Romania |
| <input checked="" type="checkbox"/> AZ アゼルバイジャン Azerbaijan | <input checked="" type="checkbox"/> IL イスラエル Israel..... | <input checked="" type="checkbox"/> RU ロシア Russian Federation |
| <input checked="" type="checkbox"/> BA ボスニア・ヘルツェゴヴィナ Bosnia and Herzegovina..... | <input checked="" type="checkbox"/> IN インド India..... | <input checked="" type="checkbox"/> SD スーダン Sudan |
| <input checked="" type="checkbox"/> BB バルバドス Barbados | <input checked="" type="checkbox"/> IS アイスランド Iceland | <input checked="" type="checkbox"/> SE スウェーデン Sweden |
| <input checked="" type="checkbox"/> BG ブルガリア Bulgaria..... | <input checked="" type="checkbox"/> JP 日本 Japan..... | <input checked="" type="checkbox"/> SG シンガポール Singapore |
| <input checked="" type="checkbox"/> BR ブラジル Brazil..... | <input checked="" type="checkbox"/> KE ケニア Kenya | <input checked="" type="checkbox"/> SI スロヴェニア Slovenia..... |
| <input checked="" type="checkbox"/> BY ベラルーシ Belarus | <input checked="" type="checkbox"/> KG キルギスタン Kyrgyzstan..... | <input checked="" type="checkbox"/> SK スロヴァキア Slovakia..... |
| <input checked="" type="checkbox"/> BZ ベリーズ Belize | <input checked="" type="checkbox"/> KP 北朝鮮
Democratic People's Republic of Korea | <input checked="" type="checkbox"/> SL シエラ・レオネ Sierra Leone |
| <input checked="" type="checkbox"/> CA カナダ Canada | <input checked="" type="checkbox"/> KR 韓国 Republic of Korea..... | <input checked="" type="checkbox"/> TJ タジキスタン Tajikistan |
| <input checked="" type="checkbox"/> CH and LI スイス及びリヒテンシュタイン
Switzerland and Liechtenstein | <input checked="" type="checkbox"/> KZ カザフスタン Kazakhstan..... | <input checked="" type="checkbox"/> TM トルクメニスタン Turkmenistan |
| <input checked="" type="checkbox"/> CN 中国 China..... | <input checked="" type="checkbox"/> LC セント・ルシア Saint Lucia..... | <input checked="" type="checkbox"/> TN テュニジア Tunisia |
| <input checked="" type="checkbox"/> CO コロンビア Colombia | <input checked="" type="checkbox"/> LV ラトヴィア Latvia | <input checked="" type="checkbox"/> TR トルコ Turkey..... |
| <input checked="" type="checkbox"/> CR コスタリカ Costa Rica..... | <input checked="" type="checkbox"/> MA モロッコ Morocco..... | <input checked="" type="checkbox"/> TT トリニダード・トバゴ
Trinidad and Tobago |
| <input checked="" type="checkbox"/> CU キューバ Cuba..... | <input checked="" type="checkbox"/> MD モルドヴァ Republic of Moldova | <input checked="" type="checkbox"/> TZ タンザニア
United Republic of Tanzania |
| <input checked="" type="checkbox"/> CZ チェコ Czech Republic..... | <input checked="" type="checkbox"/> MG マダガスカル Madagascar | <input checked="" type="checkbox"/> UA ウクライナ Ukraine..... |
| <input checked="" type="checkbox"/> DE ドイツ Germany..... | <input checked="" type="checkbox"/> MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア
共和国 The former Yugoslav Republic of Macedonia | <input checked="" type="checkbox"/> UG ウガンダ Uganda..... |
| <input checked="" type="checkbox"/> DK デンマーク Denmark..... | <input checked="" type="checkbox"/> MN モンゴル Mongolia | <input checked="" type="checkbox"/> US 米国 United States of America |
| <input checked="" type="checkbox"/> DM ドミニカ Dominica | <input checked="" type="checkbox"/> MW マラウイ Malawi..... | <input checked="" type="checkbox"/> UZ ウズベキスタン Uzbekistan..... |
| <input checked="" type="checkbox"/> DZ アルジェリア Algeria..... | <input checked="" type="checkbox"/> MX メキシコ Mexico..... | <input checked="" type="checkbox"/> VN ベトナム Viet Nam |
| <input checked="" type="checkbox"/> EC エクアドル Ecuador..... | <input checked="" type="checkbox"/> MZ モザンビーク Mozambique | <input checked="" type="checkbox"/> YU ユーゴスラヴィア Yugoslavia..... |
| <input checked="" type="checkbox"/> EE エストニア Estonia..... | <input checked="" type="checkbox"/> NO ノルウェー Norway | <input checked="" type="checkbox"/> ZA 南アフリカ共和国 South Africa |
| <input checked="" type="checkbox"/> ES スペイン Spain..... | | <input checked="" type="checkbox"/> ZM ザンビア Zambia |
| <input checked="" type="checkbox"/> FI フィンランド Finland..... | | <input checked="" type="checkbox"/> ZW ジンバブエ Zimbabwe..... |
| <input checked="" type="checkbox"/> GB 英国 United Kingdom | | |
| <input checked="" type="checkbox"/> GD グレナダ Grenada | | |

以下の□は、この様式の施行後に特許協力条約の締約国となった国を指定するためのものである。

- | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

指定の確認の宣言：出願人は、上記の指定に加えて、規則 4.9(b)の規定に基づき、特許協力条約の下で認められる他の全ての国の指定を行う。但し、追記欄にこの宣言から除く旨の表示をした国は、指定から除かれる。出願人は、これらの追加される指定が確認を条件としていること、並びに優先日から15月が経過する前にその確認がなされない指定は、この期間の経過時に、出願人によって取り下げられたものとみなされることを宣言する。(指定の確認は、指定を特定する通知の提出と指定手数料及び確認手数料の納付からなる。この確認は、優先日から15月以内に受理官庁へ提出しなければならない。)

第VI欄 優先権主張

以下の先の出願に基づく優先権を主張する：

先の出願日 (日、月、年)	先の出願番号	先の出願		
		国内出願：パリ条約同盟国名又は WTO 加盟国名	広域出願：*広域官庁名	国際出願：受理官庁名
(1)				
(2)				
(3)				
(4)				
(5)				

☐ 他の優先権の主張（先の出願）が追記欄に記載されている。

上記の先の出願（ただし、本国際出願の受理官庁に対して出願されたものに限る）のうち、以下のものについて、出願書類の認証謄本を作成し国際事務局へ送付することを、受理官庁（日本国特許庁の長官）に対して請求する

☐ すべて ☐ 優先権(1) ☐ 優先権(2) ☐ 優先権(3) ☐ 優先権(4) ☐ 優先権(5) ☐ その他は追記欄参照

*先の出願がARIPO出願である場合には、当該先の出願を行った工業所有権の保護のためのパリ条約同盟国若しくは世界貿易機関の加盟国の少なくとも1ヶ国を表示しなければならない（規則4.10(b)(ii)）：

第VII欄 国際調査機関

国際調査機関（ISA）の選択（2以上の国際調査機関が国際調査を実施することが可能な場合、いずれかを選択し二文字コードを記載。）

ISA / JP

先の調査結果の利用請求；当該調査の照会（先の調査が、国際調査機関によって既に実施又は請求されている場合）

出願日（日、月、年）

出願番号

国名（又は広域官庁名）

第VIII欄 申立て

この出願は以下の申立てを含む。（下記の該当する欄をチェックし、右にそれぞれの申立て数を記載）

申立て数

- ☐ 第VIII欄(i) 発明者の特定に関する申立て : _____
- ☐ 第VIII欄(ii) 出願し及び特許を与えられる国際出願日における出願人の資格に関する申立て : _____
- ☐ 第VIII欄(iii) 先の出願の優先権を主張する国際出願日における出願人の資格に関する申立て : _____
- ☐ 第VIII欄(iv) 発明者である旨の申立て（米国を指定国とする場合） : _____
- ☐ 第VIII欄(v) 不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て : _____

第IX欄 照合欄：出願の言語

この国際出願の紙様式の枚数は次のとおりである。

(a) 紙形式での枚数

願書(申立てを含む)..... 4 枚
 明細書(配列表を除く)..... 35 枚
 請求の範囲..... 5 枚
 要約書..... 1 枚
 図面..... 17 枚
 小計..... 62 枚
 明細書の配列表部分..... 枚
 (紙形式での出願の場合はその枚数
 コンピュータ読み取り可能な形式の有無を問わない。
 下記(b)参照)

合 計 62 枚

(b) コンピュータ読み取り可能な形式による配列表部分

(i) ☐ コンピュータ読み取り可能な形式のみ
(実施細則第 801 号(a)(i))(ii) ☐ 紙形式に追加
(実施細則第 801 号(a)(ii))配列表部分を含む媒体の種類 (フレキシブルディスク、CD-ROM、CD-R その他) と枚数
(追加的写しは右欄 9. (ii)に記載)

この国際出願には、以下にチェックしたものが添付されている。

1. ☒ 手数料計算用紙 : 1
☐ 納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面 :
☐ 国際事務局の口座への振込を証明する書面 :
 2. ☐ 個別の委任状の原本 :
 3. ☐ 包括委任状の原本 :
 4. ☐ 包括委任状の写し (あれば包括委任状番号) :
 5. ☐ 記名押印 (署名) の欠落についての説明書 :
 6. ☐ 優先権書類 (上記第VI欄の () の番号を記載する) :
 7. ☐ 国際出願の翻訳文 (翻訳に使用した言語名を記載する) :
 8. ☐ 寄託した微生物又は他の生物材料に関する書面 :
 9. ☐ コンピュータ読み取り可能なスクレオチド又はアミノ酸配列表
(媒体の種類 (フレキシブルディスク、CD-ROM、CD-R その他) と枚数も表示する)
 (i) ☐ 規則 13 の 3 に基づき提出する国際調査のための写し
(国際出願の一部を構成しない) :
 (ii) ☐ 左欄(b)(i)又は(b)(ii)にレ印を付した場合のみ
規則 13 の 3 に基づき提出する国際調査のための写しを含む追加的写し :
 (iii) ☐ 国際調査のための写しの同一性、又は左欄に記載した、
配列表部分を含む写しの同一性についての陳述書を添付 :
 10. ☐ その他 (書類名を具体的に記載) :

要約書とともに提示する図面 : ☒ 1

本国際出願の言語 : 日本語

第X欄 出願人、代理人又は共通の代表者の記名押印

各人の氏名 (名称) を記載し、その次に押印する。

弁理士 大 庭 咲 夫



弁理士 加 藤 慎 治



受理官庁記入欄

1. 国際出願として提出された書類の実際の受理の日

29.11.02

3. 国際出願として提出された書類を補完する書面又は図面であって
その後期間内に受理されたものの実際の受理の日 (訂正日)

4. 特許協力条約第 11 条 (2) に基づく必要な補完の期間内の受理の日

5. 出願人により特定された
国際調査機関

ISA / JP

6. ☒ 調査手数料未払いにつき、国際調査機関に
調査用写しを送付していない。

2. 図面

☐ 受理された☐ 不足図面がある

国際事務局記入欄

記録原本の受理の日 :

明 細 書

磁気センサ、及び磁気センサの温度依存特性補償方法

技 術 分 野

本発明は、磁気抵抗効果素子を利用した磁気センサに関する。

背 景 技 術

従来から、強磁性体磁気素子（MR素子）、巨大磁気抵抗効果素子（GMR素子）、或いは磁気トンネル効果素子（TMR素子）等の磁気抵抗効果素子を磁界検出素子として利用し、磁気抵抗効果素子の抵抗値に基づいて同磁気抵抗効果素子に加わる外部磁界に応じた出力値を生成するように構成された磁気センサが知られている。

ところで、磁気抵抗効果素子の抵抗値は素子温度に依存して変化する。このため、上記磁気センサの出力値は、検出しようとする磁界が同一であっても、磁気抵抗効果素子の温度に依存して変化する。従って、磁界（の大きさ）を高い精度で検出するためには、かかる温度依存特性を補償することが必要である。

これに対し、特開平6-77558号公報に記載された磁気センサ装置は、磁気抵抗効果素子の近傍に温度センサを配設するとともに、磁気センサの出力値である電圧と温度との関係（温度依存特性）を予め測定してメモリに記憶しておき、同温度センサが検出する実際の温度と同メモリに記憶した関係とに基づいて基準電圧を決定し、同磁気センサが実際に出力する電圧と同決定された基準電圧との差を増幅して出力することにより、同磁気センサの温度依存特性を補償するようになっている。

一方、高感度の磁気センサの出力値は地磁気の影響を受けて変化する。また、地磁気は時間とともに変動する。このため、上記磁気センサ装置のメモリに記憶される温度依存特性は、地磁気が変化しないことが保証される所定の短時間のうちに測定されなければならず、従って、上記測定時における磁気抵抗効果素子の加熱又は冷却

は短時間内に行われなければならない。

しかしながら、上記磁気抵抗効果素子の加熱を一般的な加熱・冷却装置で行おうとすると、同磁気抵抗効果素子だけでなく、その基板を含む磁気センサ全体が加熱・冷却されることになるので、同磁気センサの熱容量が大きいことに起因して加熱・冷却時間が長くなって温度依存特性の測定中に地磁気が変化することがあり、その結果、メモリに記憶される温度依存特性の信頼性が低下して温度依存特性の補償が精度良くなされ得ないという問題がある。これに対し、地磁気の影響を除去した環境下で前記温度依存特性を測定することも考えられるが、そのような環境を形成するための装置（磁場キャンセラー）は極めて高価であり、その結果、磁気センサの製造コストが増大してしまうという問題もある。

従って、本発明の目的の一つは、安価に、短時間内で、且つ精度良く、温度依存特性の測定を行うことが可能な磁気センサ、及び精度良く温度依存特性の補償を行うことが可能な磁気センサの温度依存特性補償方法を提供することにある。

また、本発明の他の目的は、単一チップの磁気センサであって、同磁気センサと同磁気センサの外部とを接続する例えばAu線等の接続ワイヤーを用いることなく、同磁気センサの出力信号を生成することが可能な磁気センサを提供することにある。

また、本発明の他の目的は、磁気抵抗効果素子の抵抗変化に基づく出力信号の生成、磁気抵抗効果素子の温度特性データの取得、磁気抵抗効果素子のフリー層の磁化の初期化、或いは磁気抵抗効果素子の機能検査のための外部磁界の付与等を行うための制御回路部が、外部のノイズの影響を受け難い磁気センサを提供することにある。

更に、本発明の他の目的は、複数の磁気抵抗効果素子のピンド層の磁化の固定を同一方向に容易且つ確実に行うために好適な構造を有する磁気センサを提供することにある。

発 明 の 開 示

本発明による磁気センサは、基板に対して積層された層の上面に形成された複数の磁気抵抗効果素子と、通電により発熱する複数の発熱体とを備え、前記複数の磁気抵抗効果素子の抵抗値に基づいて同磁気抵抗効果素子に加わる外部磁界に応じた出力値を生成する磁気センサであって、前記複数の発熱体は、同発熱体の各々が互いに略等しい発熱量で発熱したとき、前記複数の磁気抵抗効果素子の温度が互いに略等しくなるとともに、同複数の磁気抵抗効果素子が形成された前記層の上面の温度が不均一となるように配置構成されたことを特徴としている。この場合、上記磁気抵抗効果素子には、MR素子、GMR素子、及びTMR素子等が含まれる。

これによれば、基板を含む磁気センサ全体が同一温度となるまで加熱されることなく、複数の磁気抵抗効果素子が互いに略等しい温度（基板温度とは異なる温度）となるように加熱されるので、同磁気抵抗効果素子の加熱・冷却に要する時間を短くすることができ、同磁気抵抗効果素子の温度依存特性を同一の地磁気加わっている期間内に測定することが可能となる。

この場合、前記複数の磁気抵抗効果素子は、磁界検出方向が同一である複数の素子同士が前記層の上面において近接配置されてなる島状の素子群を複数個構成し、前記発熱体は、前記複数の素子群の各々の上方又は下方に一つずつ形成されることができ、これによれば、発熱体は磁気抵抗効果素子を主として加熱することができるので、加熱・冷却に要する時間を一層短くすることができる。

また、前記発熱体は、前記通電により、各発熱体の上方又は下方に形成された各磁気抵抗効果素子の磁界検出方向と略同一の方向又は同磁界検出方向と略直交する方向の磁界を同各磁気抵抗効果素子に加えることが可能なコイル（加熱用コイル）により形成されることが好適である。この場合、磁気抵抗効果素子の磁界検出方向と略同一方向の磁界は磁気センサが正常に磁界を検出するか否かを判定するための検査用磁界として使用でき、磁気抵抗効果素子の磁界検出方向と略直交する方向の磁界は磁気抵抗効果素子の自由層の初期化用磁界等として使用することができる。

これによれば、発熱体（加熱用コイル）と磁気抵抗効果素子の磁界検出方向と略同一方向又は略直交する方向の磁界を発生するためのコイル（検査用コイル、又は初期化用コイル）とを兼用することができるので、製造工程の短縮及び製造用マスク数の削減等により、磁気センサのコストを低減することができる。また、コイルに通電することにより、磁気センサの温度依存特性の測定と、同磁気センサの検査の全部又は一部、若しくは同磁気センサの初期化の全部又は一部とを同時期に行うことが可能となるので、製造（検査）時間を短縮して同磁気センサの製造コストを低減することができる。

また、本発明による他の磁気センサは、基板に対して積層された層の上面に形成された複数の磁気抵抗効果素子と、通電により発熱する一つの発熱体とを備え、前記複数の磁気抵抗効果素子の抵抗値に基づいて同磁気抵抗効果素子に加わる外部磁界に応じた出力値を生成する磁気センサであって、前記発熱体は、前記複数の磁気抵抗効果素子の温度が互いに略等しくなるとともに、同複数の磁気抵抗効果素子が形成された前記層の上面の温度が不均一となるように配置構成されたことを特徴としている。

この構成によっても、基板を含む磁気センサ全体が同一温度となるまで加熱されることなく、複数の磁気抵抗効果素子が互いに略等しい温度（基板温度とは異なる温度）となるように加熱されるので、同磁気抵抗効果素子の加熱・冷却に要する時間を短くすることができ、同磁気抵抗効果素子の温度依存特性を同一の地磁気が加わっている期間内に測定することが可能となる。

この場合、前記発熱体及び前記複数の磁気抵抗効果素子は、同発熱体から同複数の磁気抵抗効果素子のうちの任意の一つの素子へ伝達される熱量が、同発熱体から同複数の磁気抵抗効果素子のうちの他の一つ素子へ伝達される熱量と略同一となるように構成されることができる。

また、前記発熱体及び前記複数の磁気抵抗効果素子は、同発熱体と同複数の磁気抵抗効果素子のうちの任意の一つの素子との相対位置関係が、同発熱体と同複数の磁気抵抗効果素子のうちの他の一つ

の素子との相対位置関係と略同一となるように配設されることができる。

また、前記複数の磁気抵抗効果素子は、前記基板に積層された層の上面の互いに離間した4箇所に島状に配設されるとともに、互いに隣接する島の略中心部同士を直線で結んでなる四角形の重心を中心として同層の上面に平行な面内で 90° だけ回転されたとき、任意の一つの島が同 90° の回転の前に同回転の方向において隣接していた他の島の位置に実質的に一致するように形成されてなることが好適である。

また、上記何れかの特徴を備えた磁気センサは、前記複数の磁気抵抗効果素子の温度が互いに略等しくなるとともに、同複数の磁気抵抗効果素子が形成された前記層の上面の温度が不均一となったとき、前記複数の磁気抵抗効果素子の少なくとも何れか一つの素子の温度と一定の相関を有する温度を検出温度として出力する温度検出部を備えるように構成することができる。

磁気抵抗効果素子同士は発熱体の発熱により略同一温度に加熱されるから、温度検出部は一つの磁気抵抗効果素子の温度と一定の相関を有していれば、実質的に総べての同じ構成の磁気抵抗効果素子の温度を検出することができる。従って、上記構成によれば、温度検出部の個数を増やす必要がないので、磁気センサのコストを低減することができる。

また、このような温度検出部を有する磁気センサであって、前記複数の磁気抵抗効果素子は、前記外部磁界に応じた出力値を生成するように同素子のうち磁界検出方向が同一である素子同士がブリッジ回路を構成するように接続され、更に、メモリと、「前記温度検出部の検出温度に基づいて決定される前記磁気抵抗効果素子の第1温度及び同第1温度における前記磁気センサの出力値である第1出力値からなるデータ」と「同温度検出部の検出温度に基づいて決定される同第1温度とは異なる同磁気抵抗効果素子の第2温度及び同第2温度における同磁気センサの出力値である第2出力値からなるデータ」とに基づいて決定される値であって、同第1温度と同第2

温度の差に対する同第 1 出力値と同第 2 出力値との差の比に応じた値を前記メモリに書き込む温度依存特性書込み手段と、を備えることが好適である。

複数の磁気抵抗効果素子がブリッジ回路（フルブリッジ回路）を構成するように接続された磁気センサの温度依存特性は、その出力が磁気抵抗効果素子の温度変化に対し比例的に変化するものとなる。従って、上記「比」（即ち、磁気抵抗効果素子の温度変化に対する磁気センサの出力値変化）に応じた値（同比そのものでもよいし、同比の逆数等でもよい。）をメモリに記憶させておけば、例えば、同磁気センサが他の電子機器に搭載された後、同電子機器は同「比」に応じた値を前記メモリから読み出すことにより、搭載した磁気センサの温度依存特性についてのデータを得ることができるので、同データを用いて同磁気センサの温度依存特性の補償を行うことが可能となる。

換言すると、上記「比」に応じた値を各磁気センサのメモリに記憶させておくだけで、各磁気センサの温度依存特性についてのデータを同各磁気センサに保有させておくことができる。従って、第 1 温度、第 1 出力値、第 2 温度、及び第 2 出力値をメモリに格納する場合に比較して、磁気センサの温度依存特性についてのデータを格納するメモリの容量を小さくすることができ、磁気センサのコストを低減することが可能となる。

また、本発明によれば、外部磁界に応じて抵抗値が変化する磁気抵抗効果素子、第 1 メモリ、前記磁気抵抗効果素子の温度と一定の相関を有する温度を検出温度として出力する温度検出部、及び通電により発熱する発熱体とを含んでなり、同磁気抵抗効果素子の抵抗値に基づいて前記外部磁界に応じた出力値を生成する磁気センサと、永久磁石部品と、ケースと、第 2 メモリとを備え、前記ケース内に前記磁気センサ、前記永久磁石部品、及び前記第 2 メモリを収容した電子機器に適用される同磁気センサの温度依存特性補償方法であって、前記磁気センサを前記ケース内に収容する前に、前記温度検出部の検出温度に基づいて前記磁気抵抗効果素子の温度を第 1 温

度として取得するとともに、同第 1 温度における前記磁気センサの出力値を第 1 出力値として取得し、前記発熱体の通電状態を変化した後、前記温度検出部の検出温度に基づいて前記磁気抵抗効果素子の温度を第 2 温度として取得するとともに、同第 2 温度における同磁気センサの出力値を第 2 出力値として取得し、前記第 1 温度と前記第 2 温度の温度差に対する前記第 1 出力値と前記第 2 出力値の差の比に応じた値を前記第 1 メモリに格納し、前記磁気センサを前記ケース内に前記永久磁石部品とともに収容した後に同磁気センサの出力値のオフセット値及び前記温度検出部の検出温度を前記第 2 メモリに基準データとして格納し、その後、前記第 1 メモリ内に格納されている比に応じた値と、前記第 2 メモリ内に格納されている基準データと、前記温度検出部の検出温度とに基づいて、前記磁気センサの出力値を補正する磁気センサの温度依存特性補償方法が提供される。

これによれば、磁気センサ単体の段階で、同磁気センサの温度依存特性を表すデータである上記「比」に応じた値が第 1 メモリに格納される。そして、磁気センサが永久磁石部品及び第 2 メモリとともにケースに収容された後、同磁気センサの出力値のオフセット値とそのオフセット値を取得した際に温度検出部により検出された温度とが第 2 メモリに格納され、その後は、同温度検出部が検出する実際の温度と前記第 2 メモリに格納されている温度との差、同第 1 メモリに格納されている「比」に応じた値、及び前記第 2 メモリに格納されているオフセット値に基づいて実際の磁気センサの出力値が補正される。

かかる方法について、具体例を用いて説明すると、温度検出部が検出する実際の温度と第 2 メモリに格納されている温度との差に第 1 メモリに格納されている「比」を乗じることで磁気センサの温度変化に伴うオフセット値の変化量が求められ、これに第 2 メモリに格納されているオフセット値を加えることで、温度変化後のオフセット値が求められ、磁気センサの実際の出力値とこの温度変化後のオフセット値との差が検出すべき外部磁界に応じた値として使用さ

れる。

このように、本発明の温度依存特性補償方法によれば、上記「比」に応じた値は磁気センサが単体の状態にあるときに測定されて第1メモリに記憶されるから、磁気センサ自体に同磁気センサの温度依存特性を表すデータを保有させることができる。また、磁気センサが電子機器のケースに永久磁石部品とともに実装された後にオフセット値と温度検出部の検出温度とが第2メモリに記憶されるので、第1メモリに磁気センサ自体のオフセット値と同オフセット値が得られたときの温度検出部の検出温度とを記憶しておく必要がなく、第1メモリの記憶容量を低減して磁気センサのコストを低減することができる。また、磁気抵抗効果素子の個体差（抵抗値のばらつき）に基づく磁気センサ単体のオフセット（基準ずれ）と、永久磁石部品からの漏洩磁界に基づくオフセット（基準ずれ）と、に基づく磁気センサのオフセット値がケースに実装された後において一時に得られるので、オフセット値の取得を二度にわたり行う必要がない。このように、上記発明によれば、磁気センサの温度依存特性を簡素な方法で補償することができる。

本発明により提供される磁気センサの他の態様は、単一の基板、複数の磁気抵抗効果素子、前記複数の磁気抵抗効果素子を接続する配線部、及び前記複数の磁気抵抗効果素子の抵抗値に基づく物理量を前記配線部を介して取得するとともに同物理量进行处理することにより外部に出力する出力信号を生成する制御回路部を含んでなる磁気センサであって、前記基板上に積層された複数の層を含み、前記磁気抵抗効果素子は前記複数の層の一つの層の上面に形成され、前記配線部及び前記制御回路部は前記基板及び前記複数の層内に形成され、前記磁気抵抗効果素子と前記配線部と前記制御回路部とは前記複数の層内にて同層の層面に交差する方向に伸びる導電性物質からなる接続部により互いに接続された磁気センサである。

これによれば、前記磁気抵抗効果素子と前記配線部と前記制御回路部とが前記複数の層内にて同層の層面に交差する方向に伸びる導電性物質からなる接続部により互いに交錯することなく接続される

から、磁気抵抗効果素子を備えたチップと制御回路部等を備えたチップとを別チップとした場合にこれらの間に必要となる接続ワイヤを用いることなく、同磁気センサの出力信号を生成することが可能な単一チップの磁気センサが提供される。

本発明により提供される磁気センサの他の態様は、基板、前記基板の上部に配設される複数の磁気抵抗効果素子、前記基板の上部に配設されるとともに前記複数の磁気抵抗効果素子を接続する配線部、及び前記基板の上部に配設されるとともに前記複数の磁気抵抗効果素子の抵抗値に基く物理量を前記配線部を介して取得し同物理量を処理することにより外部に出力する出力信号を生成する制御回路部を含んでなる磁気センサにおいて、前記複数の磁気抵抗効果素子は平面視で前記基板の周辺部に配置され、前記配線部は平面視で実質的に閉曲線を形成するように配置され、前記制御回路部は平面視で前記閉曲線の内側に実質的に配置されたことを特徴としている。

これによれば、磁気抵抗効果素子の抵抗変化に基く出力信号の生成、或いは磁気抵抗効果素子の温度特性データの取得等を行うための制御回路部が、平面視で基板の中央部にコンパクトに配設され得る。従って、制御回路部の配線長が短くなるので、同配線に外部のノイズが重畳し難い。その結果、外部ノイズの影響を受け難い、信頼性の高い磁気センサが提供される。

本発明により提供される磁気センサの他の態様は、単一の基板、及びピンド層の磁化の向きが互いに同一である一対の磁気抵抗効果素子からなる素子群を複数個含んでなる磁気センサにおいて、前記複数の素子群の各々は、前記ピンド層の磁化の向きが平面視で前記基板の重心（中央）からの距離が大きくなる方向と実質的に平行となるように、且つ、前記一対の磁気抵抗効果素子が同方向において隣接するように、同基板の上部に配設されたことを特徴としている。

ピンド層の磁化の向きを固定する際、方向及び大きさが安定した磁界を磁気抵抗効果素子に付与し続ける必要がある。このとき、同一磁力線上の近接した二点においては、磁界は略同一方向で略同一

の大きさを示す。また、磁気センサにおいては、同磁気センサの温度特性等の向上を目的として、ピンド層の磁化の向きが互いに同一である（即ち、磁界検出方向が互いに同一である）一対の磁気抵抗効果素子からなる素子群を複数個設け、これらの磁気抵抗効果素子をブリッジ接続することが多い。

従って、上記構成のように、前記ピンド層の磁化の向きが平面視で前記基板の重心（中央）からの距離が大きくなる方向と実質的に平行となるように、且つ、前記一対の磁気抵抗効果素子が同方向において隣接するように、同基板の上部に配設される磁気センサであれば、基板の重心（中央）から周辺に向う磁界を付与することにより、同一方向で同一の大きさを有する磁界により磁気抵抗効果素子のピンド層の磁化の固定を行うことができる。その結果、ピンド層の磁化の向きを同一方向に容易且つ確実に行うことができる。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1実施形態に係る磁気センサの概略平面図である。

図2は、図1に示した磁気センサの電気結線状態を示した同磁気センサの部分概略平面図である。

図3は、図1に示した磁気センサを構成する各層の面と直交する所定の面で同磁気センサを切断した部分概略断面図である。

図4は、図1に示したGMR素子の外部磁界に対する抵抗値の変化を示したグラフである。

図5は、第1実施形態の変形例に係る磁気センサの概略平面図である。

図6は、図1に示した磁気センサの部分拡大平面図である。

図7は、図1に示した磁気センサを構成するX軸磁気センサの等価回路図である。

図8は、図1に示した磁気センサを構成するX軸磁気センサの外部磁界に対する出力電圧（出力信号）の変化を示したグラフである。

図 9 は、図 1 に示した磁気センサが搭載される携帯電話機の正面図である。

図 10 は、図 1 に示した磁気センサを構成する X 軸磁気センサの温度依存特性を示すグラフである。

図 11 は、図 1 に示した磁気センサを構成する Y 軸磁気センサの温度依存特性を示すグラフである。

図 12 は、図 1 に示した磁気センサの加熱用コイルに通電した場合の等温線を示した同磁気センサの概略平面図である。

図 13 は、図 1 に示した磁気センサの加熱用コイルへ通電を行った後の時間経過と GMR 素子の温度変化の関係を示したグラフである。

図 14 は、本発明の第 2 実施形態に係る磁気センサの概略平面図である。

図 15 は、図 14 の 1 - 1 線に沿った平面で磁気センサを切断した部分断面図である。

図 16 は、図 14 に示した磁気センサの加熱用コイルに通電した場合の等温線を示した同磁気センサの概略平面図である。

図 17 は、本発明の第 2 実施形態の変形例に係る磁気センサの加熱用コイルに通電した場合の等温線を示した同磁気センサの概略平面図である。

図 18 は、本発明による磁気センサの他の変形例の概略断面図である。

発明を実施するための最良の形態

(第 1 実施形態)

以下、本発明による磁気センサの各実施形態について図面を参照しながら順に説明する。図 1 は第 1 実施形態に係る磁気センサ 10 の概略平面図、図 2 は同磁気センサ 10 の電気結線状態を示した同磁気センサ 10 の部分概略平面図、図 3 は図 1 及び図 2 に示した磁気センサ 10 を構成する後述の各層の面と直交する所定の面で同磁

気センサ10を切断した部分概略断面図である。

この磁気センサ10は、互いに直交するX軸及びY軸に沿った辺を有する略正形状（又は長形状）であって、X軸及びY軸に直交するZ軸方向に小さな厚みを有する $\text{Si}_3\text{N}_4/\text{Si}$ 、 SiO_2/Si 、又は石英ガラス等から形成された基板10aと、同基板10aの上に積層された平面視で同基板10aと同一形状の層INS1及び層S1～S3と、層S3の層上（上面）に形成された合計で8個の磁気抵抗効果素子であるGMR素子11～18と、最上面に形成されたパッシベーション膜PLとを含んでいる。

図1に示したように、磁気センサ10は、GMR素子11～14及びGMR素子15～18をそれぞれブリッジ結線して二つのフル・ブリッジ回路を構成するためのブリッジ配線部（接続導線部）19と、GMR素子11～18を加熱するための発熱体としての加熱用コイル21～24と、制御回路部（LSI）31と、温度検出部32と、検査用コイル33a～33dと、Au線を上面にボンディングして同磁気センサ10を同Au線を介して外部機器と接続するためのパッド34a～34hとを備えている。

GMR素子11は、第1X軸GMR素子11と称呼され、図1に示したように、基板10aのY軸方向に沿う辺の略中央部であってX軸負方向端部近傍に形成されている。GMR素子12は、第2X軸GMR素子12と称呼され、基板10aのY軸方向に沿う辺の略中央部であってX軸負方向端部近傍において第1X軸GMR素子11よりも僅かにX軸正方向の位置に同第1X軸GMR素子11に近接して配置（近接配置）されている。

GMR素子13は、第3X軸GMR素子13と称呼され、基板10aのY軸方向に沿う辺の略中央部であってX軸正方向端部近傍に形成されている。GMR素子14は、第4X軸GMR素子14と称呼され、基板10aのY軸方向に沿う辺の略中央部であってX軸正方向端部近傍において第3X軸GMR素子13よりも僅かにX軸負方向の位置に同第3X軸GMR素子13に近接して配置（近接配置）されている。

GMR素子15は、第1Y軸GMR素子15と称呼され、基板10aのX軸方向に沿う辺の略中央部であってY軸正方向端部近傍に形成されている。GMR素子16は、第2Y軸GMR素子16と称呼され、基板10aのX軸方向に沿う辺の略中央部であってY軸正方向端部近傍において第1Y軸GMR素子15よりも僅かにY軸負方向の位置に同第1Y軸GMR素子15に近接して配置（近接配置）されている。

GMR素子17は、第3Y軸GMR素子17と称呼され、基板10aのX軸方向に沿う辺の略中央部であってY軸負方向端部近傍に形成されている。GMR素子18は、第4Y軸GMR素子18と称呼され、基板10aのX軸方向に沿う辺の略中央部であってY軸負方向端部近傍において第3Y軸GMR素子17よりも僅かにY軸正方向の位置に同第3Y軸GMR素子17に近接して配置（近接配置）されている。

GMR素子11～18の各々を構成するスピバルブ膜は、同基板10a上の層S3の上面の上に順に積層（形成）されたフリー層（自由層）、導電性のスペーサ層、ピン層（固定磁化層）、及びキャッピング層を含んで構成されている。フリー層は、その磁化の向きが外部磁界の変化に応じて容易に変化するようになっている。ピン層は、ピニング層とピンド層とを含み、ピンド層の磁化の向きはピニング層により固定され、同磁化の向きは特殊な場合を除き外部磁界に対して変化しないようになっている。

これにより、GMR素子11～18の各々は、ピンド層の磁化の向きとフリー層の磁化の向きとがなす角度に応じた抵抗値を呈するようになっている。即ち、GMR素子11～18の各々は、図4のグラフに実線にて示したように、ピンド層の磁化の向きに沿って変化する外部磁界に対し、 $-H_c \sim +H_c$ の範囲において、同外部磁界に略比例して変化する抵抗値を呈するとともに、図4のグラフに破線にて示したように、ピンド層の磁化の向きと直交する向きに沿って変化する外部磁界に対しては略一定の抵抗値を呈する。換言すると、GMR素子11～18の各々は、ピンド層の磁化の向きをそ

の磁界検出方向とするようになっている。

GMR素子11及びGMR素子12の各ピンド層のピンされた磁化の向きはX軸負方向となっている。即ち、第1X軸GMR素子11及び第2X軸GMR素子12は、同一方向（この場合、X軸方向）の磁界の大きさを検出するための（即ち、磁界検出方向が互いに同一である）複数の磁気抵抗効果素子同士が前記基板10aに対して積層された層S3の上面において島状に近接配置されてなる一つの素子群Gr1を形成している。

GMR素子13及びGMR素子14の各ピンド層のピンされた磁化の向きはX軸正方向となっている。即ち、第3X軸GMR素子13及び第4X軸GMR素子14は、同一方向（この場合、X軸方向）の磁界の大きさを検出するための複数の磁気抵抗効果素子同士が前記基板10aに対して積層された層S3の上面において島状に近接配置されてなる他の一つの素子群Gr2を形成している。

GMR素子15及びGMR素子16のピンド層のピンされた磁化の向きはY軸正方向となっている。即ち、第1Y軸GMR素子15及び第2Y軸GMR素子16は、同一方向（この場合、Y軸方向）の磁界の大きさを検出するための複数の磁気抵抗効果素子同士が前記基板10aに対して積層された層S3の上面において島状に近接配置されてなる他の一つの素子群Gr3を形成している。

GMR素子17及びGMR素子18のピンド層のピンされた磁化の向きはY軸負方向となっている。即ち、第3Y軸GMR素子17及び第4Y軸GMR素子18は、同一方向（この場合、Y軸方向）の磁界の大きさを検出するための複数の磁気抵抗効果素子同士が前記基板10aに対して積層された層S3の層上において島状に近接配置されてなる他の一つの素子群Gr4を形成している。

このように、GMR素子11～18は、互いに磁界検出方向が同じ磁気抵抗効果素子同士が二つずつまとめられて互いに近接配置されてなる4個の素子群（島）Gr1～Gr4を形成している。これらの素子群Gr1～Gr4は、平面視においてX軸又はY軸に沿った辺を有する正方形（平面視においてブリッジ配線部19がなす正

方形)の各辺の略中央部外側に配置され、任意の素子群の位置は、同正方形の重心(同正方形の中心、即ち、同正方形の対角線の交点)を中心として 90° 回転すると同回転前に隣接していた他の素子群の位置に一致するように形成されている。換言すると、前記複数のGMR素子11~18は、前記基板10aに積層された層S3の上面の互いに離間した4箇所に島状に配設されるとともに、互いに隣接する島の略中心部同士を直線で結んでなる四角形の重心GPを中心として層S3の上面に平行な面内で 90° だけ回転されたとき、任意の一つの島が同 90° の回転の前に同回転の方向において隣接していた他の島の位置に実質的に一致するように形成されている。即ち、例えば、素子群Gr2とGr3の略中心部同士を結んだ直線、素子群Gr3とGr1の略中心部同士を結んだ直線、素子群Gr1とGr4の略中心部同士を結んだ直線、及び素子群Gr4とGr2の略中心部同士を結んだ直線というように、4本の直線(線分)を得て、これらの線分により得られる四角形の重心を中心として 90° 回転すると、例えば、素子群Gr2が素子群Gr3の位置に、素子群Gr3が素子群Gr1の位置というように、各素子群が回転前に隣接していた素子群の位置に一致する。

なお、図1~図3に示した例では、一つの島(一つの素子群)を構成する二つのGMR素子は、基板10aの中央(重心、この重心は上記重心GPに一致する。)から基板10aの一边(周辺)に向う方向に隣接するように配設されている。即ち、磁界検出方向が互いに同一の一对の磁気抵抗効果素子からなる複数の素子群Gr1~Gr4の各々は、その磁気抵抗効果素子のピンド層の磁化の向きが平面視で基板10aの重心からの距離が大きくなる方向と実質的に平行となるように、且つ、前記一对の磁気抵抗効果素子が同方向において隣接するように、同基板10aの上部に配設されている。しかしながら、図5に示したように、一对の磁気抵抗効果素子は、同基板10aの一边に沿う方向に隣接するように配設されてもよい。但し、前者の配置によれば、後者の配置に比べ、GMR素子が基板10aの(正方形の)各辺の中心により近づくので、素子間の特性

が均一になり易い。また、前者は、後者に比べ、一对の磁気抵抗効果素子に同一の向きで同一の大きさを有する磁界を付与し易い。

GMR素子11～14は、GMR素子11、12の近傍の拡大平面図である図6に例示したように、ブリッジ配線部19の各配線と接続され、このブリッジ配線部19を介して等価回路図である図7に示したようにブリッジ回路を構成し（フルブリッジ接続されている）、X軸方向を磁界検出方向とするX軸磁気センサを構成している。なお、図7において、各GMR素子11～14の中に付した矢印は同GMR素子11～14のピンド層の磁化の向きを示している。

より具体的に述べると、X軸磁気センサは、第1X軸GMR素子11と第4X軸GMR素子14との結合点Vaと、第3X軸GMR素子13と第2X軸GMR素子12との結合点Vbの間に一定の電位差が付与され、第1X軸GMR素子11と第3X軸GMR素子13との結合点Vcと、第2X軸GMR素子12と第4X軸GMR素子14との結合点Vdとの間の電位差（ $V_c - V_d$ ）がセンサ出力値 V_{xout} として取り出されるようになっている。この結果、X軸磁気センサの出力電圧（電圧で表される物理量）は、図8の実線にて示したように、X軸に沿って大きさが変化する外部磁界に対し、 $-H_c \sim +H_c$ の範囲において、同外部磁界の大きさに略比例して変化し、同図8の破線にて示したように、Y軸に沿って大きさが変化する外部磁界に対しては略「0」の一定値となる。

GMR素子15～18は、GMR素子11～14と同様にブリッジ配線部19の各配線と接続されてブリッジ回路を構成し（フルブリッジ接続されている）、Y軸方向を磁界検出方向とするY軸磁気センサを構成している。即ち、このY軸磁気センサは、Y軸に沿って大きさが変化する外部磁界に対し、 $-H_c \sim +H_c$ の範囲において、同外部磁界の大きさに略比例して変化する出力電圧（電圧で表される物理量） V_{yout} を示すとともに、X軸に沿って大きさが変化する外部磁界に対しては略「0」の出力電圧を示すようになっている。

ブリッジ配線部19は、図1に示したように、平面視でGMR素

子 1 1 ~ 1 8 の内側において X 軸及び Y 軸に沿った辺を有する略正方形の外周部に形成され、実質的に閉曲線（直線部を含む。）を構成している。このブリッジ配線部 1 9 は、後に詳述するように、GMR 素子 1 1 ~ 1 8 よりも下方の層 S 3 内に形成されている。

加熱用コイル 2 1 ~ 2 4 は、図 1 及び図 3 に示したように、素子群 G r 1 ~ G r 4 の直下（Z 軸負方向側）であって、配線層として機能する層 S 3 内にそれぞれ埋設されている。加熱用コイル 2 1 ~ 2 4 は、互いに略同一の形状を有するとともに、各対応する素子群 G r 1 ~ G r 4 との相対位置関係も互いに略同一である。そこで、以下においては加熱用コイル 2 1 に着目して詳述する。

加熱用コイル 2 1 は、例えば、薄膜のアルミニウムからなり、通電により発熱して第 1, 第 2 GMR 素子 1 1, 1 2（素子群 G r 1）を加熱する発熱体であり、素子群 G r 1 の直下部分に存在する（素子群 G r 1 に近接して配置される）ように、磁気抵抗効果素子 1 1, 1 2 の下面と対向して層 S 3 内に形成されている。つまり、加熱用コイル 2 1 は、図 3 から理解されるように、基板 1 0 a に順に積層された絶縁層 I N S 1 と配線層として機能する層 S 1 ~ S 3 のうち、GMR 素子 1 1 ~ 1 8 がその上面に形成された層 S 3（配線層として機能する層 S 1 ~ S 3 のうちの最上層 S 3）内に埋設・形成されている。ここで、配線層として機能する層とは、後述するように、配線、配線間の層間絶縁膜、及び配線間を接続するコンタクトホール（ビアホールを含む。）を指す。

また、加熱用コイル 2 1 は、図 6 に示したように、所謂ダブルスパイラルコイルであって、その平面視における外形は略長方形であり、同長方形の Y 軸方向長さは磁気抵抗効果素子 1 1（1 2）の長手方向長さの約 2 倍、X 軸方向長さは磁気抵抗効果素子 1 1（1 2）の幅方向（長手方向に直交する方向）長さの約 5 倍程度であって、一对の渦巻を形成する導線（即ち、渦中心 P 1 を有する第 1 の導線 2 1 - 1, 及び渦中心 P 2 を有する第 2 の導線 2 1 - 2）からなっている。

また、第 1, 第 2 X 軸 GMR 素子 1 1, 1 2 は、平面視で一对の

渦中心 P 1, P 2 の間に配置されている。更に、同平面視で第 1, 第 2 X 軸 G M R 素子 1 1, 1 2 と重なる箇所（即ち、第 1, 第 2 X 軸 G M R 素子 1 1, 1 2 の直下を通過する箇所）の第 1 の導線 2 1 - 1 及び第 2 の導線 2 1 - 2 の部分は、互いに平行な X 軸方向に沿った直線状となっている。この直線状部分の各導線には同一方向の電流が流され、第 1, 第 2 X 軸 G M R 素子 1 1, 1 2 に対して Y 軸方向の磁界を発生するようになっている。即ち、加熱用コイル 2 1 は、第 1, 第 2 X 軸 G M R 素子 1 1, 1 2 の長手方向の向きであって、外部磁界が加わっていない場合のフリー層の設計上の磁化の向き（ピン層の固定された磁化の向きに直交する向き）の磁界を発生するようになっている。

このように、第 1 実施形態に係る磁気センサ 1 0 は、G M R 素子（フリー層とピン層とを含む磁気抵抗効果素子）を含んでなる磁気センサであって、外部磁界が加わらない状態におけるフリー層の磁化の向きを安定化させる（初期化する）ために同フリー層の下方に（同フリー層に近接して）設けられ、且つ、所定条件下（例えば、磁気検出開始前等）での通電により同フリー層に所定の向き（ピン層のピンされた磁化の向きと直交する向き）の磁界（初期化用磁界）を発生させ得る加熱用コイル 2 1 ~ 2 4 を備えた磁気センサであり、更に、加熱用コイル 2 1 ~ 2 4 は、所定条件下での所定パターンの通電によりそれぞれの直上にある G M R 素子（群）を加熱するように構成された磁気センサである。

制御回路部 3 1 は、図 1 に示したように、平面視でブリッジ配線部 1 9 の内側（平面視で配線部 1 9 のなす実質的な閉曲線の内側、即ち、基板 1 0 a の中央部）において、X 軸及び Y 軸に沿った辺を有する略正形状をなすように形成されている。この制御回路部 3 1 は、図 3 に示したように、G M R 素子 1 1 ~ 1 8 よりも下方の層 I N S 1 及び層 S 1 ~ S 3 内に形成されている。制御回路部 3 1 は、A D 変換部（A D C）、一度だけデータの書込みが可能で常時読み取りが可能なライトワンス型のメモリ（便宜上「第 1 メモリ」とも称呼する。）、及びアナログ回路部を含む L S I である。制御回路

部 3 1 は、X 軸磁気センサ及び Y 軸磁気センサの出力値（抵抗値に基く電圧としての物理量）の取得及び A/D 変換などの処理による出力信号の生成、加熱用コイル 2 1 ～ 2 4 への通電、温度検出部 3 2 の検出温度の取得、温度補償データの取得、並びに同データの第 1 メモリへの格納（書き込み）等の機能を達成するようになっている。

このように、基板 1 0 a の中央部に制御回路部 3 1 を配設することにより、制御回路部 3 1 の配線長を短くすることができる。従って、回路の抵抗が小さく、且つ、回路自体が小型化されるので、ノイズの影響を受け難く、且つ、回路に含まれる抵抗の変動（製品間ばらつき）を小さくすることができる。

なお、上記ライトワンス型のメモリとしては、ヒューズ切断タイプの 2 4 ビットメモリを採用することができる。ただし、このようなメモリに代えて、EEPROM 及びフラッシュメモリ等、データの書き込みが可能であって、且つ、電力供給遮断時においてもデータの保持が可能なメモリ（不揮発性メモリ）を採用することもできる。

温度検出部 3 2 は、内蔵されたトランジスタの温度特性に基づいて温度を検出する周知のバンドギャップリファレンス回路により構成されていて、平面視においてブリッジ配線部 1 9 の内側であって、制御回路部 3 1 の角部に形成されている。温度検出部 3 2 は、GMR 素子 1 1 ～ 1 6 よりも、GMR 素子 1 7, 1 8（素子群 G r 4）に近接した位置で配線層 S 1 内に形成され、GMR 素子 1 8（素子群 G r 4）の温度と常に一定の相関がある温度（検出温度）を出力するようになっている。後述するように、磁気抵抗効果素子 1 1 ～ 1 8 は、同一の温度になるように加熱されるから、磁気抵抗効果素子 1 8 の温度を検出することで、他の磁気抵抗効果素子 1 1 ～ 1 7 の温度も知ることができる。

このように、温度検出部 3 2 を素子群 G r 4 の近傍であって且つブリッジ配線部 1 9 の内側に配置することにより、温度検出部 3 2 は GMR 素子 1 8 の温度を精度良く検出することができる。また、温度検出部 3 2 は、ブリッジ配線部 1 9 を跨ぐことなく制御回路部

3 1 に接続されるので、温度検出部 3 2 と制御回路部 3 1 間の配線長を短くすることができる。

検査用コイル 3 3 a ~ 3 3 d は、図 3 に検査用コイル 3 3 a を例示したように、素子群 G r 1 ~ G r 4 のそれぞれの直下であって、配線層 S 1 内に形成されている。検査用コイル 3 3 a ~ 3 3 d は、通電により直上に位置する各磁気抵抗効果素子の磁界検出方向の磁界（ピンド層の磁化の向きの磁界）を、同各磁気抵抗効果素子に加えるようになっている。

ここで、磁気センサ 1 0 の層構造について説明を加える。図 3 に示したように、基板 1 0 a の上部は素子分離領域 1 0 a 1 と、それ以外の活性化領域 1 0 a 2 とに区分されている。素子分離領域 1 0 a 1 は、L O C O S 法又は S T I 法によりフィールド絶縁膜 ins として基板 1 0 a の上面に形成されている。L O C O S 法は、熱酸化膜により素子と素子とを絶縁分離する周知の技術である。S T I 法はシャロートレンチ素子分離と呼ばれ、浅い溝に酸化膜を埋め込むことにより素子と素子を絶縁分離する周知の技術である。

基板 1 0 a の直上及び絶縁層 ins の上面には絶縁層 I N S 1 が形成されている。絶縁層 I N S 1 内であって素子活性化領域 1 0 a 2 には、例えばトランジスタ T r 等の回路素子が形成されている。絶縁層 I N S 1 内であって素子分離領域 1 0 a 1 には、抵抗 R、ヒューズ、及びキャパシタ等の素子が形成されている。また、絶縁層 I N S 1 内には、前記トランジスタ T r 等の回路素子と上の層 S 1 に形成された配線等との電氣的接続を行うための複数のコンタクトホール C 1（接続部、縦方向接続部）が層 S 1 ~ S 3 の層面と直交するように（層 S 1 ~ S 3 の層面と交差するように）形成されている。コンタクトホール C 1 内には導電性物質が充填されている。

絶縁層 I N S 1 の上には、配線層として機能する層 S 1 が形成されている。層 S 1 は、導電膜からなる配線 W 1、検査用コイル 3 3 a ~ 3 3 d、層間絶縁膜 I L 1、及び温度検出部 3 2 等からなっている。また、層間絶縁膜 I L 1 には上の層 S 2 に形成された配線等との電氣的接続を行うための複数のビアホール V 1（接続部、縦方

向接続部)が層S1～S3の層面と直交するように(層S1～S3の層面と交差するように)形成されている。ビアホールV1内には導電性物質が充填されている。

同様に、層S1の上には、配線層として機能する層S2が形成されている。層S2は、導電膜からなる配線W2と、層間絶縁膜IL2とからなっている。また、層間絶縁膜IL2には上の層S3に形成された配線等との電氣的接続を行うための複数のビアホールV2(接続部、縦方向接続部)が層S1～S3の層面と直交するように(層S1～S3の層面と交差するように)形成されている。ビアホールV2内には導電性物質が充填されている。

同様に、層S2の上には、配線層として機能する層S3が形成されている。層S3は、導電膜からなる配線W3と、ブリッジ配線部19と、加熱用コイル21(22～24)と、層間絶縁膜IL3とからなっている。また、層間絶縁膜IL3には層S3の上面に形成されたGMR素子11～18との電氣的接続を行うための複数のビアホールV3(接続部、縦方向接続部)が層S1～S3の層面と直交するように(層S1～S3の層面と交差するように)形成されている。ビアホールV3内には導電性物質が充填されている。層間絶縁膜IL3は、制御回路部31を保護するため、後述するパッシベーション膜PLとは別の窒化膜を含むパッシベーション膜とすることもできる。GMR素子11～18の特性が良好に維持されるように、層間絶縁膜IL3の上面は平坦化されていることが好ましい。また、上記コンタクトホールC1及びビアホールV1～V3は、GMR素子11～18と配線部であるブリッジ配線部19と制御回路部31等とを互いに接続する接続部であって、複数の層INS1, S1～S3内にこれらの層の層面に交差する方向に伸びる導電性物質からなる接続部であると言えることができる。

パッド領域PDは、GMR素子11～18が形成される部分、ブリッジ配線部19、及び制御回路部31以外の領域であって、平面視で磁気センサ10の角部に設けられている(図1を参照。)。このパッド領域PDの上面が、上述したパッド34a～34hを構成

している。パッド 3 4 a ~ 3 4 h は、最上層である層 S 3 にのみ形成しても良いが、Au線をボンディングする際に衝撃を受ける。従って、本例においては、平面視で略正方形のパッド部が層 S 1 ~ S 3 の複数の層にまたがって形成されている。

パッシベーション膜 P L は、層 S 3 及び G M R 素子 1 1 ~ 1 8 の上面を覆うように形成されている。パッシベーション膜 P L は、これらの全体を覆うように形成された後、前記パッド 3 4 a ~ 3 4 h に対応する部分が除去される。これにより、パッド 3 4 a ~ 3 4 h が Au 線とボンディング可能に露呈される。

かかる磁気センサ 1 0 は、図 9 に外観の概略正面図を示した携帯型の電子装置としての携帯電話機 4 0 に収容・搭載される。この携帯電話機 4 0 は、正面視で互いに直交する x 軸及び y 軸に沿って延びる辺を有する略長方形であって x 軸及び y 軸に直交する z 軸方向に厚みを有するケース（本体） 4 1 と、このケース 4 1 の上部側面に配置されたアンテナ部 4 2、ケース 4 1 の前面側最上部に配置されたスピーカ部 4 3、スピーカ部 4 3 の下方でケース 4 1 の前面側に配置され文字及び図形を表示するための液晶表示部 4 4、液晶表示部 4 4 の下方でケース 4 1 の前面側に配置され電話番号又はその他の指示信号を入力するためのスイッチを含む操作部（操作信号入力手段） 4 5、ケース 4 1 の前面側最下部に配置されたマイクロフォン部 4 6、及びバスを介して磁気センサ 1 0 及び表示部 4 4 等と通信可能に構成されるとともに R A M 及びバックアップメモリ（E E P R O M でも良く、主電源オフ時もデータを保持するメモリであって、便宜上「第 2 メモリ」とも称呼する。）を内蔵したマイクロコンピュータ 4 7 とを含んでいる。

これらアンテナ部 4 2、スピーカ部 4 3、液晶表示部 4 4、操作部 4 5、及びマイクロフォン部 4 6 の一部又は全部は、永久磁石部品（漏洩磁界発生部品）をその構成部品として含んでいる。そして、磁気センサ 1 0 は、その X、Y、Z 軸がケース 4 1 の x、y、z 軸とそれぞれ一致するように同ケース内に収容・固定される。

次に、上記のように構成された磁気センサ 1 0 の温度依存特性補

償方法について説明する。GMR素子等の磁気抵抗効果素子は、その材料特性により、例えば抵抗が温度上昇とともに増大するという温度依存特性を有し、その温度依存特性は素子毎に異なる。従って、4個のGMR素子のフルブリッジ回路である上記磁気センサ10（X軸磁気センサ及びY軸磁気センサの各々）も、その出力が温度の変化に伴って変化するという温度依存特性を有する。ただし、その温度依存特性には、磁気センサ10を構成する各GMR素子の温度依存特性により、同磁気センサ10の出力が同GMR素子の温度上昇とともに増大するものと、同GMR素子の温度上昇とともに減少するものがある。

図10及び図11は、このような磁気センサの温度依存特性の一例をそれぞれ示したグラフである。ここでは、X軸磁気センサが負の温度依存特性、Y軸磁気センサが正の温度依存特性を有する例を示し、実線は外部磁界（例えば、所定の場所の所定の時間における地磁気）のX成分、Y成分がそれぞれ H_{X0} , H_{Y0} である場合の各磁気センサの出力値 V_{xout} , V_{yout} 、一点鎖線は地磁気の影響を除いた外部磁界（例えば、携帯電話機40の永久磁石部品からの漏洩磁界）がそれぞれ H_{X1} , H_{Y1} である場合の各磁気センサの出力値 V_{xout} , V_{yout} を示している。

図10及び図11からも理解されるように、磁気センサ10の出力値 V_{xout} , V_{yout} は、同一の磁界に対し、GMR素子の温度に略比例して変化する。そこで、本実施形態においては、各磁気センサの出力値 V_{xout} , V_{yout} はGMR素子温度に対して比例的に変化すると的前提下で温度依存特性の補償を行う。

先ず、制御回路部31は、外部から指示信号が入力される等により温度依存特性補償データを取得するための所定の条件が成立すると、その時点のGMR素子18の温度に対応した温度検出部32の検出温度を第1温度 $T1s$ として取得する。この場合、磁気センサ10全体は均一の温度（室温）となっているから、温度検出部32の検出温度 $T1s$ はGMR素子18の温度 $T1$ と等しい。同時に、制御回路部31は、そのときのX軸磁気センサの出力値 $X1$ （X軸

磁気センサ第1出力値 X_1)とY軸磁気センサの出力値 Y_1 (Y軸磁気センサ第1出力値 Y_1)とを取得する。次いで、制御回路部31は加熱用コイル21~24に100mAの電流を100msずつ順に通電する。これにより、素子群 G_{r1} ~ G_{r4} は互いに略等しい温度まで加熱される。

図12は、この状態における素子群 G_{r1} ~ G_{r4} が形成されている面での等温線を曲線 L_{h1} ~ L_{h4} 、 L_{o1} ~ L_{o4} により示した図である。曲線 L_{h1} ~ L_{h4} で示した等温線の温度 $Temp$ は互いに略等しい。曲線 L_{o1} ~ L_{o4} で示した等温線の温度も互いに等しく、且つ、前記温度 $Temp$ よりも低い温度である。このように、加熱用コイル21~24への通電により、加熱用コイル21~24は、対応する(それぞれの加熱用コイルの直上に位置する)素子群 G_{r1} ~ G_{r4} を主として加熱し、磁気センサ10(チップ)全体を均一には加熱しないので、素子群 G_{r1} ~ G_{r4} が形成された層S3の上面は面全体で見ると同素子群 G_{r1} ~ G_{r4} の温度以下の不均一な温度となる。

制御回路部31は、この状態において、その時点の温度検出部32の検出温度を温度 T_{2s} として取得するとともに、GMR素子18の第2温度 T_2 を、 $T_2 = T_{1s} + k \cdot (T_{2s} - T_{1s})$ (k は、実験により予め定められた定数)なる式で表される同温度検出部32の温度とGMR素子18の温度との一定の相関に従って求める。また、制御回路部31は、そのときのX軸磁気センサの出力値 X_2 (X軸磁気センサ第2出力値 X_2)とY軸磁気センサの出力値 Y_2 (Y軸磁気センサ第2出力値 Y_2)とを取得する。

そして、制御回路部31は、温度依存特性を表すデータとして、下記の(1)式、(2)式により定められる傾き(磁気抵抗効果素子の単位温度変化あたりの出力変化量) M_x 、 M_y を温度依存特性補償用基礎データとして演算し、この傾き M_x 、 M_y をライトワンズ型の前記第1メモリに書き込む(この機能が、温度依存特性書き込み手段の機能に相当する。)。この場合、傾き M_x は、第1温度 T_1 と第2温度 T_2 の差に対するX軸磁気センサ第1出力値 X_1 と

X軸磁気センサ第2出力値X2との差の「比」であり、傾きM_yは、第1温度T1と第2温度T2の差に対するY軸磁気センサ第1出力値Y1とY軸磁気センサ第2出力値Y2との差の「比」である。

$$M_x = (X_2 - X_1) / (T_2 - T_1) \quad \cdots (1)$$

$$M_y = (Y_2 - Y_1) / (T_2 - T_1) \quad \cdots (2)$$

以上により、磁気センサ単体の段階での温度依存特性補償用基礎データの取得が終了する。その後、磁気センサ10は冷却されるまで放置され次の工程へと進む。図13は、上記温度依存特性補償用基礎データの取得のための加熱用コイル21～24の通電終了後の時間経過とGMR素子11～18の温度変化との関係を示したグラフである。

従来の加熱・冷却装置を用いて同様な温度変化をGMR素子11～18に発生させようとする、磁気センサ10全体を加熱・冷却することになるから、加熱に要する時間が長くなるとともに、加熱終了後の温度低下速度が小さく、冷却するまでに数分から20分程度必要となる場合がある。これに対し、本実施形態においては、素子群Gr1～Gr4（GMR素子11～18）が主として加熱されるから、GMR素子11～18を加熱するために要する時間が短くなる。また、加熱終了後の温度低下速度が大きくなるので、図13に示したように、数秒程度で必要な冷却が終了する。従って、温度依存特性補償用基礎データの取得に要する時間が短く、また、同基礎データ取得後の短時間内に次の製造工程に進むことができる。

その後、磁気センサ10単体として必要な製造工程が終了すると、同磁気センサ10は、スピーカ43などの永久磁石部品を備えた携帯電話機40のケース41内に実装（収容）され、地磁気センサとして使用される。この結果、磁気センサ10には携帯電話機40の永久磁石部品から常に（携帯電話機40の方位に関わらず）同一方向の漏洩磁界が加わるので、磁気センサ10の出力には同漏洩磁

界によるオフセット（地磁気が皆無である場合の0点からの偏差）が生じる。また、X軸磁気センサ及びY軸磁気センサはフルブリッジ回路であるから、各磁気センサの出力には同各磁気センサを構成する磁気抵抗効果素子の抵抗値（設計上は同一の大きさである。）のばらつき自体によるオフセットも含まれている。

このとき、磁気センサ10のX軸磁気センサの出力値は、例えば、図10の一点鎖線で示したように、X軸磁気センサを構成するGMR素子11～14の温度Tに比例して変化する。この場合、図10の一点鎖線の直線の傾きは同図10の実線の直線の傾きと同一である。同様に、磁気センサ10のY軸磁気センサの出力値は、例えば、図11の一点鎖線で示したように、Y軸磁気センサを構成するGMR素子15～18の温度Tに比例して変化する。この場合にも、図11の一点鎖線の直線の傾きは同図11の実線の直線の傾きと同一である。

携帯電話機40のマイクロコンピュータ47は、ユーザによって携帯電話機40の操作部45が操作される等により所定の条件（オフセット取得条件）が成立すると前記漏洩磁界と磁気抵抗効果素子11～18の抵抗値のばらつきによる磁気センサ10（X軸磁気センサ、Y軸磁気センサ）のオフセットに関するデータ（オフセット値）を取得する。より具体的な例を述べると、マイクロコンピュータ47は、その液晶表示部44に携帯電話機40の前面を上方に向けて机の上に置き（即ち、前面を略水平として表示部44を鉛直上方に向けて机の上に置き）、その状態にて操作部45の特定のボタンであるオフセットボタンを押して同ボタンを「オン」状態とすることを促すメッセージを表示する。

そして、ユーザにより上記操作がなされると、マイクロコンピュータ47はX軸磁気センサ及びY軸磁気センサの出力値をそれぞれX軸第1基準データ S_{x1} 及びY軸第1基準データ S_{y1} として取得し、これらのデータを同マイクロコンピュータ47が備える一時メモリ（例えば、RAM）に格納・記憶する。

次いで、マイクロコンピュータ47は、液晶表示部44に、携帯

電話機 40 の前面を上方に向けた状態で同携帯電話機 40 を机上で（即ち、水平面内で）180°回転させてからオフセットボタンを再び押すことを促すメッセージを表示する。かかる操作がユーザによりなされると、マイクロコンピュータ 47 は、X 軸磁気センサ及び Y 軸磁気センサの出力値をそれぞれ X 軸第 2 基準データ $S_x 2$ 及び Y 軸第 2 基準データ $S_y 2$ として取得して一時メモリに格納・記憶する。

そして、マイクロコンピュータ 47 は、X 軸第 1 基準データ $S_x 1$ と X 軸第 2 基準データ $S_x 2$ の平均値を X 軸オフセット基準データ $X 0$ として第 2 メモリに格納・記憶するとともに、Y 軸第 1 基準データ $S_y 1$ と Y 軸第 2 基準データ $S_y 2$ の平均値を Y 軸オフセット基準データ $Y 0$ として第 2 メモリに格納・記憶し、更に、そのときの温度検出部 32 の検出温度 $T 0 s$ を GMR 素子温度 $T 0$ として第 2 メモリに格納・記憶する。このように、携帯電話機 40 を 180°回転する前後の各磁気センサの出力の平均値をオフセット基準データ $X 0$ 、 $Y 0$ として記憶するのは、地磁気の影響を取り除いてオフセット値を取得するためである。なお、検出温度 $T 0$ を取得する時点においては、磁気センサ 10 は均一な温度（室温）となっているから、検出温度 $T 0 s$ は GMR 素子温度 $T 0$ と等しい。

以降、携帯電話機 40 は通常の使用モードに戻り、必要に応じて磁気センサ 10 により地磁気を測定する。このとき、マイクロコンピュータ 47 は、温度検出部 32 の実際の検出温度 $T C s$ を GMR 素子温度 $T C$ として取得し、下記（3）式及び下記（4）式に従ってその時点での X 軸磁気センサのオフセット $X off$ と、Y 軸磁気センサのオフセット $Y off$ とをそれぞれ推定する。なお、検出温度 $T C s$ を取得する時点においては、磁気センサ 10 は均一な温度（室温）となっているから、検出温度 $T C s$ は GMR 素子温度 $T C$ と等しい。

$$X off = M_x \cdot (T C - T 0) + X 0 \quad \dots (3)$$

$$Y_{off} = M_y \cdot (T_C - T_0) + Y_0 \quad \dots (4)$$

次いで、マイクロコンピュータ 47 は、そのときの X 軸磁気センサ出力値 X_C 及び Y 軸磁気センサの出力値 Y_C を取得し、下記 (5) 式及び下記 (6) 式により X 軸方向の磁界の大きさ S_x と Y 軸方向の磁界の大きさ S_y とをそれぞれ求め、 S_x と S_y に基づいて地磁気の向きを測定する。以上のようにして磁気センサ 10 の温度依存特性の補償が実行され、磁気センサ 10 は地磁気センサとして機能する。

$$S_x = X_C - X_{off} \quad \dots (5)$$

$$S_y = Y_C - Y_{off} \quad \dots (6)$$

以上、説明したように、第 1 実施形態に係る磁気センサ 10 は、加熱用コイル 21 ~ 24 により、加熱用コイル 21 ~ 24 のそれぞれの直上に形成された GMR 素子 11 ~ 18 を主として加熱するようになっている（基板を含む磁気センサ 10 の一部が互いに同一温度に加熱された磁気抵抗効果素子 11 ~ 18 の温度よりも低い温度となる）ので、磁気センサ 10 全体を加熱装置で加熱した場合に比べ、温度依存特性の補償を行うための温度依存特性補償用基礎データを短時間内に取得することができる。従って、温度依存特性補償用基礎データの測定中に地磁気が変化する可能性が小さいので、同データを精度良く取得することができ、その結果、磁気センサ 10 の温度依存特性の補償を精度良く行うことができる。また、加熱装置で加熱した後に冷却する場合に比べ、短時間内に磁気センサ 10 の冷却を行うことができるので、同磁気センサ 10 の製造に要する時間を短縮でき、製造コストを低減することができる。

ところで、GMR 素子のような磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサにおいては、同磁気センサに大きな外部磁界が印加されると、磁気抵抗効果素子のフリー層の磁化の向きが初期状態に復帰しなく

なることがある。このため、磁気抵抗効果素子の直下に初期化用コイルを配置し、このコイルに所定の条件が成立したとき（例えば、操作部４５の特定のスイッチが操作された場合等）に通電することにより発生した磁場でフリー層の磁化の向きを初期状態の向きに復帰させることができるように、磁気センサを構成することが好適である。

このような場合、磁気センサは、上記初期化用コイルを上記加熱用コイル２１～２４とは独立して備えることができる。例えば、初期化用コイルは、加熱用コイル２１～２４が形成されている層（本例においては、層Ｓ３）とは異なる層（層Ｓ１又は層Ｓ２）に形成することもできる。このように、初期化用コイルと加熱用コイルとを独立して設ければ、加熱用コイルの形状を所望の形状（加熱に適した形状）に設計することが可能となる。例えば、加熱用コイルは、コイルの一端をコイルの中心に配置しない折り返し型のヒータ（発熱体）とすることもできる。また、加熱用コイルに代えて、板状のヒータ（発熱体）を採用することもできる。

一方、上記加熱用コイル２１～２４は、上述したように、初期化用コイルとしても使用できるようになっている。この場合、別途初期化用コイルを形成する必要がなく、磁気センサ１０の製造コストを低下することができる。また、加熱用コイル２１～２４への一回の通電により、温度特性補償用基礎データ取得のための素子１１～１８の加熱と同素子１１～１８の初期化を同時に行うことができるので、製造工程が簡素化され、製造コストを低減することができる。

一方、上述したように、ＧＭＲ素子１１～１８のような磁気抵抗効果素子を用いた磁気センサは、外部磁場に応じて変化する磁気抵抗効果素子の出力値を演算処理することにより方位を算出する地磁気センサとしても使用される。このような場合、磁気抵抗効果素子が外部磁場の下で正しく機能するかを、出荷時等において検査する必要がある。

かかる検査においては、既知の外部磁場を磁気抵抗効果素子に印加する必要がある、そのためには、外部磁場を発生する設備を用意す

ることが考えられる。しかし、このような設備は高価である。これに対し、磁気抵抗効果素子の近傍（例えば、直下）に検査用のコイルを配設し、この検査用のコイルに通電することにより上記検査のための外部磁場を磁気抵抗効果素子に印加するように構成することもできる。

このような場合、磁気センサ 10 は、上記検査用コイルを上記加熱用コイル 21～24 とは独立して備えることができる。例えば、検査用コイルは、加熱用コイル 21～24 が形成されている層（本例においては、層 S3）とは異なる層（層 S1 又は層 S2）に形成することもできる。このように、検査用コイルと加熱用コイルとを独立して設ければ、加熱用コイルの形状を所望の形状（加熱に適した形状）に設計することが可能となる。例えば、加熱用コイルは、コイルの一端をコイルの中心に配置しない折り返し型のヒータ（発熱体）とすることもできる。また、加熱用コイルに代えて、板状のヒータ（発熱体）を採用することもできる。

一方、上記加熱用コイル 21～24 は、同コイル 21～24 を平面視で 90° だけ回転して配置することにより、上述した検査用コイルとしても使用できる。この場合、別途検査用コイルを形成する必要がなく、磁気センサ 10 のコストを低減することができる。

また上記磁気センサ 10 においては、加熱用コイル 21（22～24）が、平面視で渦巻を形成する第 1 の導線 21-1 と、平面視で渦巻を形成する第 2 の導線 21-2 とからなり、前記素子群 Gr1～Gr4 が、平面視で前記第 1 の導線の渦中心 P1 と前記第 2 の導線の渦中心 P2 との間に配置され、前記素子群の任意の一つと平面視で重なる部分に位置する前記第 1 の導線の部分、及び同磁素子群の任意の一つと平面視で重なる部分に位置する前記第 2 の導線の部分に、略同一方向の電流が流れるように前記第 1 の導線と前記第 2 の導線が接続されている。

この結果、初期化用コイル（又は、検査用コイル）としても機能する加熱用コイル 21～24 の平面視における面積を小さくしながら、大きな磁界（例えば、初期化に必要な大きさの磁界）を磁気抵

抗効果素子 11～18に加えることができるので、磁気センサ 10を小型化することができる。

なお、上記第 1 実施形態において、GMR 素子を加熱する場合、加熱用コイル 21～24 は 100 mA で 100 ms ずつ順に通電されていたが、加熱用コイル 21～24 の総べてに対し、例えば、25 mA の電流を同時に 400 ms だけ通電するように構成してもよい。このように同時に通電すれば、順に通電する場合よりも、加熱コイル 21～24 間の温度バランスが良好となるという利点を得られる。
(第 2 実施形態)

次に、本発明による第 2 実施形態に係る磁気センサ 50 について、その平面図を示した図 14 及び図 14 の 1-1 線に沿った平面で同磁気センサ 50 を切断した部分断面図である図 15 を参照しながら説明する。この磁気センサ 50 は、GMR 素子 11～18 (素子群 Gr1～Gr4) を加熱するための加熱用コイル 70 が、初期化用コイル 61～64 とは独立して備えられている点で第 1 実施形態に係る磁気センサ 10 と異なっている。従って、以下、かかる相違点を中心に説明する。

図 14 及び図 15 に示した初期化用コイル 61～64 は、加熱用コイル 21～24 とそれぞれ同様であって、素子群 Gr1～Gr4 の直下に (Z 軸負方向側) において層 S3 内にそれぞれ埋設されている。これらの初期化用コイル 61～64 は、所定条件下 (例えば、磁気検出開始前等) での通電により、各加熱用コイルの上方に設けられた磁気抵抗効果素子のフリー層に所定の向き (ピンド層のピンされた磁化の向きと直交する向き) の磁界 (初期化用磁界) を発生させるようになっている。

加熱用コイル 70 は、例えば、薄膜のアルミニウムからなり、平面視で渦巻形状 (図示省略) をなしている。加熱用コイル 70 の外形は、各辺がブリッジ配線部 19 のなす正方形の各辺と平行となる略正形状をなし、その重心がブリッジ配線部 19 のなす正方形の重心と一致する。加熱用コイル 70 は、平面視でブリッジ配線部 19 の内側に形成されている。また、図 15 から理解されるように、

加熱用コイル70は、基板50aに順に積層された絶縁層INS1と配線層S1～S3のうち、GMR素子11～18がその上面に形成された層S3（配線層として機能する層S1～S3のうちの最上層S3）内に埋設・形成されている。

また、加熱用コイル70は、同加熱用コイル70から複数のGMR素子11～18のうちの任意の一つの素子へ伝達される熱量が、同加熱用コイル70から同複数の磁気抵抗効果素子11～18の他の一つの素子へ伝達される熱量と略同一となるように形成されている。

この磁気センサ50においても、磁気センサ10と同様に温度依存特性の補償がなされる。即ち、磁気センサ単体の段階で温度依存特性補償用基礎データである上記比（傾き） M_x 、 M_y を取得するために加熱用コイル70が通電される。図16は、この場合における素子群Gr1～Gr4が形成されている面での等温線を曲線Lj1、Lj2により示している。曲線Lj1で示した等温線の温度は、曲線Lj2で示した等温線の温度よりも高い温度である。

即ち、加熱用コイル70への通電により、加熱用コイル70は素子群Gr1～Gr4を主として加熱する。その結果、素子群Gr1～Gr4は互いに略等しい温度となる。一方、素子群Gr1～Gr4が前記温度依存特性補償用基礎データを取得するために十分な温度となるまで加熱されたとき、基板50aを含む磁気センサ50全体は均一に加熱されていないので、加熱用コイル70の発熱により素子群Gr1～Gr4が形成された層S3の上面は不均一な温度となる。

換言すると、この磁気センサ50においては、温度依存特性補償用基礎データを取得する際、基板50aを含む磁気センサ50の全体が同一温度となるまでGMR素子11～18が加熱されることはない（加熱される必要がない）ので、磁気センサ50全体を加熱装置で加熱した場合に比べ、同GMR素子11～18の加熱・冷却に要する時間を短くすることができる。

従って、磁気センサ50によれば、温度依存特性補償用基礎デー

タを短時間内に取得することができ、同データの測定中に地磁気に変化する可能性が小さいので、同データを精度良く取得することができる。この結果、磁気センサ 50 の温度依存特性の補償を精度良く行うことができる。

また、磁気センサ 50 を加熱装置で加熱した後に冷却する場合に比べ、同磁気センサ 50 の冷却を短時間内に行うことができるので、同磁気センサ 50 の製造に要する時間を短縮でき、製造コストを低減することができる。更に、加熱用コイル 70 は、3 層の配線層 S1 ~ S3 のうち、GMR 素子 11 ~ 18 に最も近い最上層 S3 内に埋設されているから、GMR 素子 11 ~ 18 を効率的に加熱することができる。

なお、上記初期化用コイル 61 ~ 64 に代えて、同初期化用コイル 61 ~ 64 と同じ部分に、上述した検査用コイルを配設してもよい。また、初期化用コイル 61 ~ 64 及び加熱用コイル 70 とは独立し、且つ、初期化用コイル 61 ~ 64 の直下の位置に検査用コイルを形成してもよい。更に、初期化用コイルを例えば層 S1 等の下層に形成し、検査用コイルを例えば層 S3 等の上層に形成してもよい。

以上、説明したように、本発明による磁気センサ及び磁気センサの温度依存特性補償方法によれば、同磁気センサの温度依存特性が精度良く補償され得る。また、X 軸磁気センサと Y 軸磁気センサからなる磁気センサ 10, 50 は、それぞれフルブリッジ回路により構成され、その温度依存特性は、磁気抵抗効果素子の温度変化に対し比例的に変化することに鑑み、上記「比」である M_x , M_y を磁気センサのライトワンス型メモリに記憶させるようにしたので、同磁気センサが他の電子機器に搭載された後、同電子機器は同「比」を前記メモリから読み出すことにより、搭載した磁気センサの温度依存特性についてのデータを得ることができ、同データを用いて同磁気センサの温度依存特性の補償を行うことが可能となる。

また、上記「比」（傾き M_x , M_y ）を磁気センサ 10, 50 のメモリに記憶させておくだけで、各磁気センサの温度依存特性につ

いてのデータを同各磁気センサに保有させておくことができるので、素子温度と磁気センサ出力とからなるデータの組を複数個だけメモリに格納する場合に比べ、同メモリの容量を小さくすることができる。また、上記「比」（傾き M_x 、 M_y ）は変化しないので、メモリを安価なライトワンス型とすることができる。これらの結果、磁気センサのコストを低減することが可能となる。

なお、本発明は上記実施形態に限定されることはなく、本発明の範囲内において種々の変形例を採用することができる。例えば、磁気センサ10、50の磁気抵抗効果素子には、GMR素子に代えてTMR素子を採用することもできる。また、磁気センサ10、50が搭載される電子機器は携帯電話機に限らず、モバイルコンピュータ、携帯型ナビゲーションシステム、或いは、PDA（個人用情報機器「Personal Digital Assistants」）等であってもよい。

また、上記各実施形態においては、加熱用コイル21～24、70に通電を行う前にGMR素子18の第1温度 T_1 、X軸磁気センサ第1出力値 X_1 、及びY軸磁気センサの出力値 Y_1 を取得し、加熱用コイル21～24、70に通電を行った後にGMR素子18の第2温度 T_2 、X軸磁気センサ第2出力値 X_2 、及びY軸磁気センサ第2出力値 Y_2 を取得して、傾き M_x 、 M_y を求めていたが、加熱用コイル21～24、70に通電を行った後にGMR素子18の第1温度 T_1 、X軸磁気センサ第1出力値 X_1 、及びY軸磁気センサの出力値 Y_1 を取得し、その後、通電を停止してから所定時間が経過した時点で同GMR素子18の第2温度 T_2 、X軸磁気センサ第2出力値 X_2 、及びY軸磁気センサ第2出力値 Y_2 を取得して、傾き M_x 、 M_y を求めてもよい。

さらに、図17に示したように、第2実施形態の加熱用コイル70に代え、同加熱用コイル70の中央部を除去したパターンを有する加熱用コイル80を採用してもよい。この加熱用コイル80によれば、同加熱用コイル80への通電により磁気抵抗効果素子11～18を互いに略等しい温度に加熱できる一方で、磁気センサ50（基板50a）の中央部を過度に加熱することがないので、GMR

素子 11 ～ 18 をより効率的に加熱することができる。

また、加熱用コイル、初期化用コイル、及び検査用コイルを、各 GMR 素子群の直下に積層するように独立して設けてもよい。この場合、例えば図 18 に示したように、基板上に INS 1 層と 4 つの配線層 S1 ～ S4 とを順に積層し、加熱用コイル 101、初期化用コイル 102、及び検査用コイル 103 を、層 S4、層 S3、及び層 S1 に設けるようにしてもよい。また、ブリッジ配線は複数の層に及んでいても（またがっていても）よい。

更に、本発明は、X 軸磁気センサ及び Y 軸磁気センサの 2 軸方向検出型磁気センサのみならず、X 軸磁気センサ、Y 軸磁気センサ、及び Z 軸磁気センサを備えた 3 軸方向検出型磁気センサ、或いは、1 軸方向検出型磁気センサに適用することもできる。

請 求 の 範 囲

1. 基板に対して積層された層の上面に形成された複数の磁気抵抗効果素子と、通電により発熱する複数の発熱体とを備え、前記複数の磁気抵抗効果素子の抵抗値に基づいて同磁気抵抗効果素子に加わる外部磁界に応じた出力値を生成する磁気センサであって、

前記複数の発熱体は、同発熱体の各々が互いに略等しい発熱量で発熱したとき、前記複数の磁気抵抗効果素子の温度が互いに略等しくなるとともに、同複数の磁気抵抗効果素子が形成された前記層の上面の温度が不均一となるように配置構成されたことを特徴とする磁気センサ。

2. 請求の範囲1に記載の磁気センサにおいて、

前記複数の磁気抵抗効果素子は、磁界検出方向が同一である複数の素子同士が前記層の上面において近接配置されてなる島状の素子群を複数個構成し、

前記発熱体は、前記複数の素子群の各々の上方又は下方に一つずつ形成されてなる磁気センサ。

3. 請求の範囲2に記載の磁気センサにおいて、

前記発熱体は、前記通電により、各発熱体の上方又は下方に形成された各磁気抵抗効果素子の磁界検出方向と略同一の方向又は同磁界検出方向と略直交する方向の磁界を同各磁気抵抗効果素子に加えることが可能なコイルにより形成されてなる磁気センサ。

4. 基板に対して積層された層の上面に形成された複数の磁気抵抗効果素子と、通電により発熱する一つの発熱体とを備え、前記複数の磁気抵抗効果素子の抵抗値に基づいて同磁気抵抗効果素子に加わる外部磁界に応じた出力値を生成する磁気センサであって、

前記発熱体は、前記複数の磁気抵抗効果素子の温度が互いに略等しくなるとともに、同複数の磁気抵抗効果素子が形成された前記層

の上面の温度が不均一となるように配置構成されたことを特徴とする磁気センサ。

5. 請求の範囲 4 に記載の磁気センサにおいて、

前記発熱体及び前記複数の磁気抵抗効果素子は、同発熱体から同複数の磁気抵抗効果素子のうちの任意の一つの素子へ伝達される熱量が、同発熱体から同複数の磁気抵抗効果素子のうちの他の一つの素子へ伝達される熱量と略同一となるように構成されてなる磁気センサ。

6. 請求の範囲 4 又は請求の範囲 5 に記載の磁気センサにおいて、

前記発熱体及び前記複数の磁気抵抗効果素子は、同発熱体と同複数の磁気抵抗効果素子のうちの任意の一つの素子との相対位置関係が、同発熱体と同複数の磁気抵抗効果素子のうちの他の一つの素子との相対位置関係と略同一となるように配設されてなる磁気センサ。

7. 請求の範囲 1 乃至請求の範囲 6 の何れか一に記載の磁気センサであって、

前記複数の磁気抵抗効果素子は、前記基板に積層された層の上面の互いに離間した 4 箇所に島状に配設されるとともに、互いに隣接する島の略中心部同士を直線で結んでなる四角形の重心を中心として同層の上面に平行な面内で 90° だけ回転されたとき、任意の一つの島が同 90° の回転の前に同回転の方向において隣接していた他の島の位置に実質的に一致するように形成されてなる磁気センサ。

8. 請求の範囲 1 乃至請求の範囲 7 の何れか一に記載の磁気センサであって、

前記複数の磁気抵抗効果素子の温度が互いに略等しくなるとともに、同複数の磁気抵抗効果素子が形成された前記層の上面の温度が

不均一となったとき、前記複数の磁気抵抗効果素子の少なくとも何れか一つの素子の温度と一定の相関を有する温度を検出温度として出力する温度検出部を備えてなる磁気センサ。

9. 請求の範囲 8 に記載の磁気センサであって、

前記複数の磁気抵抗効果素子は、前記外部磁界に応じた出力値を生成するように同素子のうち磁界検出方向が同一である素子同士がブリッジ回路を構成するように接続され、

更に、

メモリと、

前記温度検出部の検出温度に基づいて決定される前記磁気抵抗効果素子の第 1 温度及び同第 1 温度における前記磁気センサの出力値である第 1 出力値からなるデータと、同温度検出部の検出温度に基づいて決定される同第 1 温度とは異なる同磁気抵抗効果素子の第 2 温度及び同第 2 温度における同磁気センサの出力値である第 2 出力値からなるデータと、に基づいて決定される値であって、同第 1 温度と同第 2 温度の差に対する同第 1 出力値と同第 2 出力値との差の比に応じた値を前記メモリに書き込む温度依存特性書込み手段と、

を備えることを特徴とする磁気センサ。

10. 外部磁界に応じて抵抗値が変化する磁気抵抗効果素子、第 1 メモリ、前記磁気抵抗効果素子の温度と一定の相関を有する温度を検出温度として出力する温度検出部、及び通電により発熱する発熱体とを含んでなり、同磁気抵抗効果素子の抵抗値に基づいて前記外部磁界に応じた出力値を生成する磁気センサと、永久磁石部品と、ケースと、第 2 メモリとを備え、前記ケース内に前記磁気センサ、前記永久磁石部品、及び前記第 2 メモリを収容した電子機器に適用される同磁気センサの温度依存特性補償方法であって、

前記磁気センサを前記ケース内に収容する前に、前記温度検出部の検出温度に基づいて前記磁気抵抗効果素子の温度を第 1 温度として取得するとともに、同第 1 温度における前記磁気センサの出力値

を第 1 出力値として取得し、前記発熱体の通電状態を変化した後に前記温度検出部の検出温度に基づいて前記磁気抵抗効果素子の温度を第 2 温度として取得するとともに、同第 2 温度における同磁気センサの出力値を第 2 出力値として取得し、

前記第 1 温度と前記第 2 温度の温度差に対する前記第 1 出力値と前記第 2 出力値の差の比に応じた値を前記第 1 メモリに格納し、

前記磁気センサを前記ケース内に前記永久磁石部品とともに収容した後に同磁気センサの出力値のオフセット値及び前記温度検出部の検出温度を前記第 2 メモリに基準データとして格納し、

その後、前記第 1 メモリ内に格納されている比に応じた値と、前記第 2 メモリ内に格納されている基準データと、前記温度検出部の検出温度とに基づいて、前記磁気センサの出力値を補正する磁気センサの温度依存特性補償方法。

1 1. 単一の基板、複数の磁気抵抗効果素子、前記複数の磁気抵抗効果素子を接続する配線部、及び前記複数の磁気抵抗効果素子の抵抗値に基づく物理量を前記配線部を介して取得するとともに同物理量を処理することにより外部に出力する出力信号を生成する制御回路部を含んでなる磁気センサであって、

前記基板上に積層された複数の層を含み、前記磁気抵抗効果素子は前記複数の層の一つの層の上面に形成され、前記配線部及び前記制御回路部は前記基板及び前記複数の層内に形成され、前記磁気抵抗効果素子と前記配線部と前記制御回路部とは前記複数の層内にて同層の層面に交差する方向に伸びる導電性物質からなる接続部により互いに接続された磁気センサ。

1 2. 基板、前記基板の上部に配設される複数の磁気抵抗効果素子、前記基板の上部に配設されるとともに前記複数の磁気抵抗効果素子を接続する配線部、及び前記基板の上部に配設されるとともに前記複数の磁気抵抗効果素子の抵抗値に基づく物理量を前記配線部を介して取得し同物理量を処理することにより外部に出力する出力信号

を生成する制御回路部を含んでなる磁気センサにおいて、

前記複数の磁気抵抗効果素子は平面視で前記基板の周辺部に配置され、

前記配線部は平面視で実質的に閉曲線を形成するように配置され

、
前記制御回路部は平面視で前記閉曲線の内側に実質的に配置された磁気センサ。

13. 単一の基板、及びピンド層の磁化の向きが互いに同一である一対の磁気抵抗効果素子からなる素子群を複数個含んでなる磁気センサにおいて、

前記複数の素子群の各々は、前記ピンド層の磁化の向きが平面視で前記基板の重心からの距離が大きくなる方向と実質的に平行となるように、且つ、前記一対の磁気抵抗効果素子が同方向において隣接するように、同基板の上部に配設された磁気センサ。

要 約 書

磁気センサ 10 は、GMR 素子 11～18 と発熱体としての加熱用コイル 21～24 とを備えている。素子 11～14, 15～18 は、それぞれブリッジ接続されて X 軸及び Y 軸磁気センサを構成する。加熱用コイル 21 は素子 11, 12 に、加熱用コイル 22 は素子 13, 14 に、加熱用コイル 23 は素子 15, 16 に、加熱用コイル 24 は素子 17, 18 にそれぞれ近接配置される。加熱用コイル 21～24 は、通電により、近接配置されている各素子を主として加熱する。従って、地磁気が一定であることが保証され得る短時間内に素子を加熱・冷却できる。そして、素子の加熱前及び加熱後における素子温度と各磁気センサ出力とに基づいて温度依存特性補償用データ（素子温度変化に対するセンサ出力値変化の比）が取得され、同データに基づいて素子の温度特性が補償される。

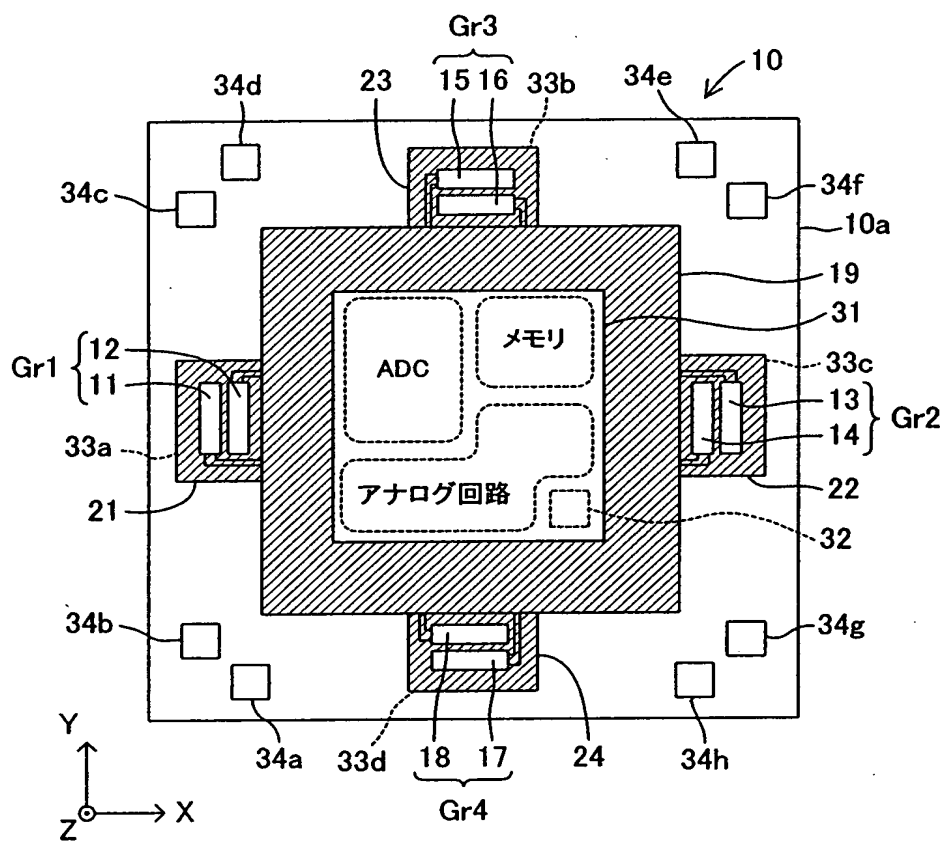


図1

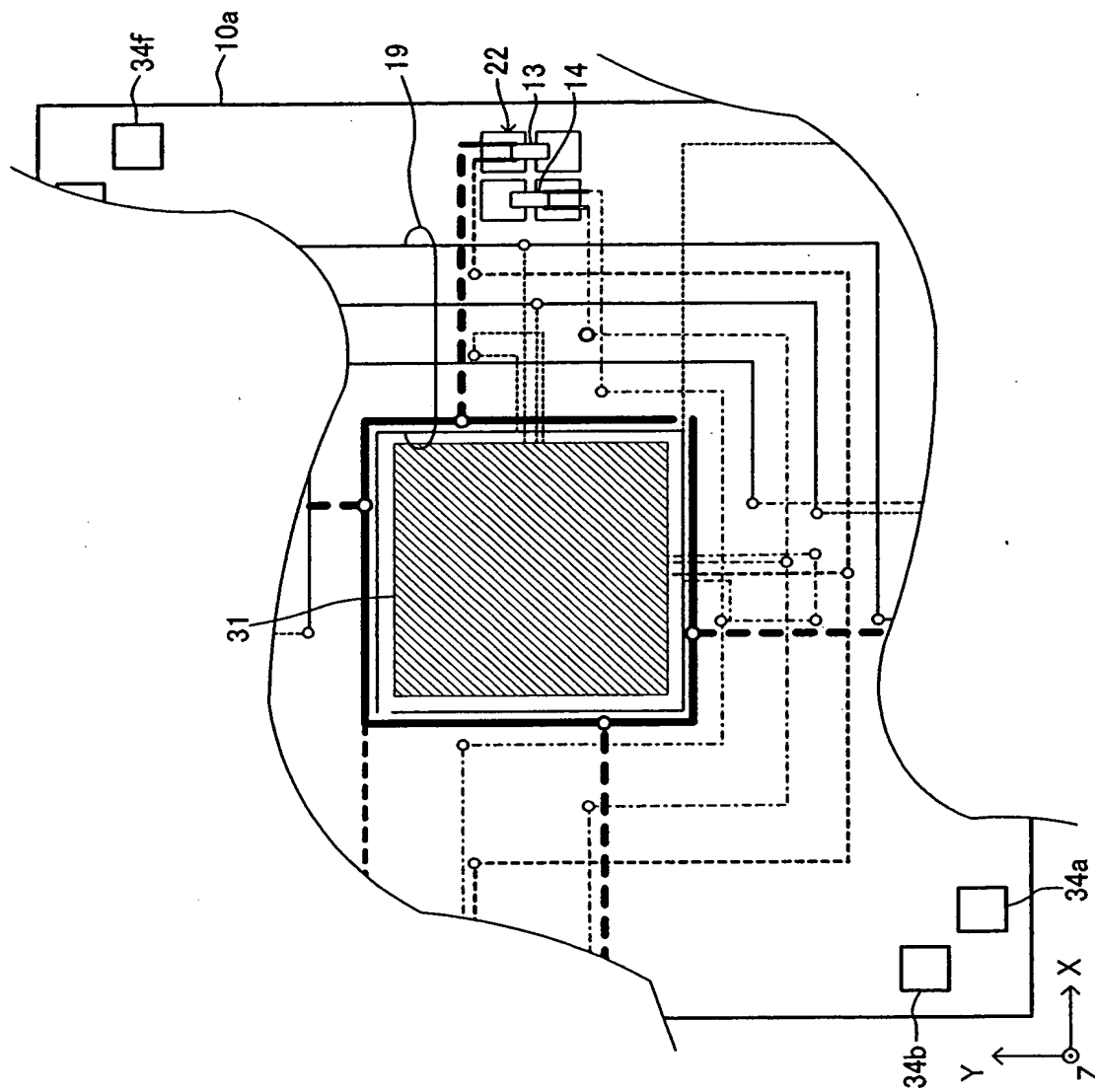


図2

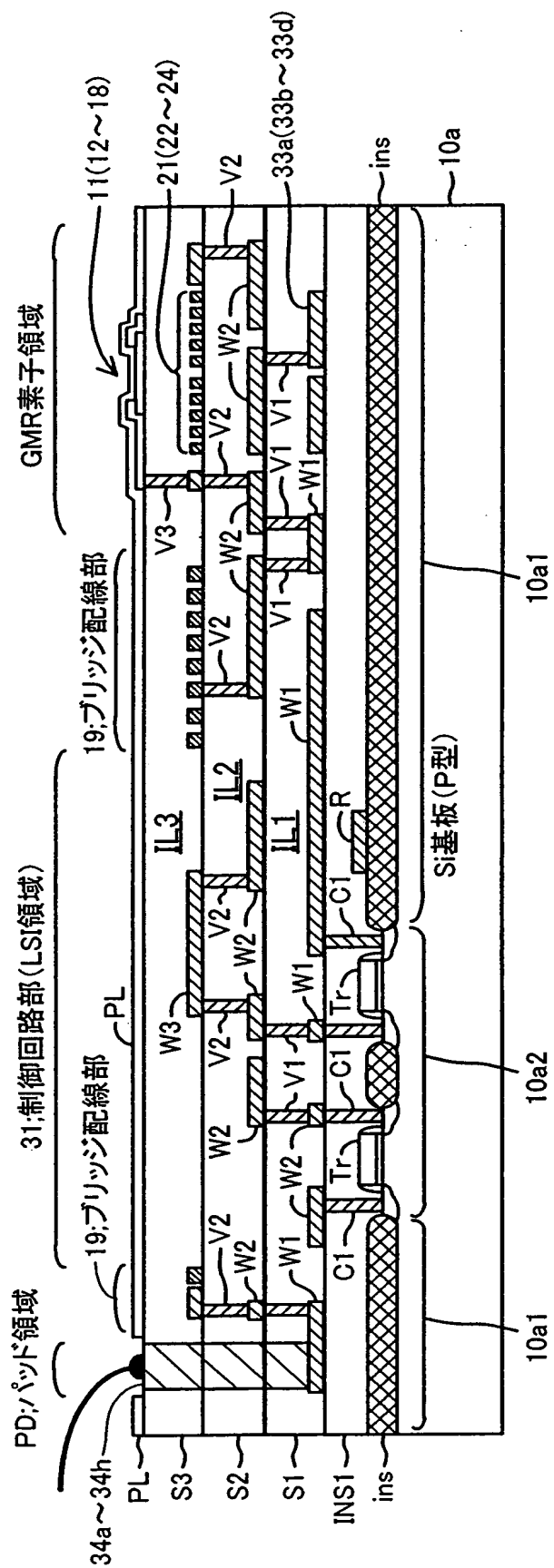


図3

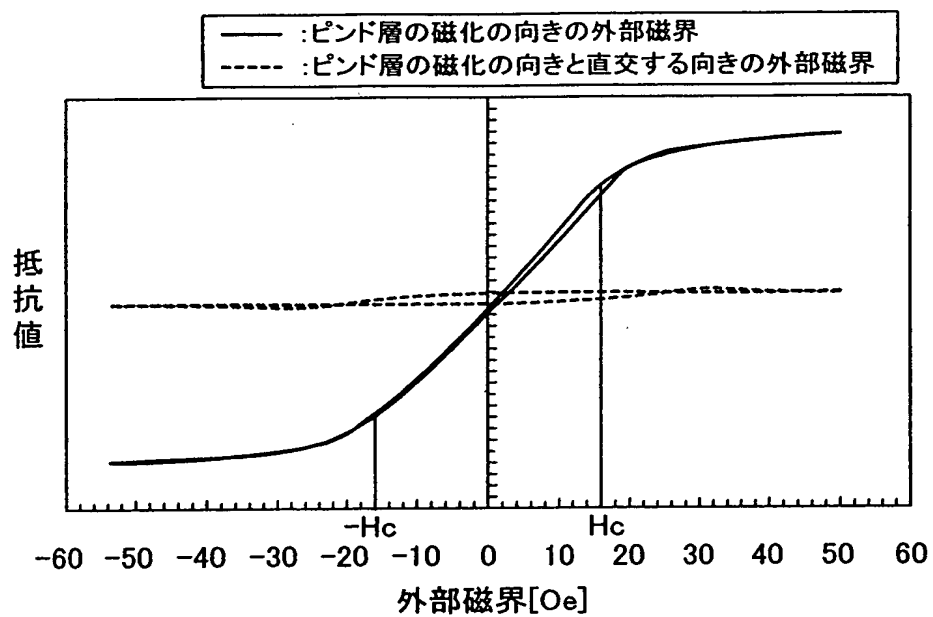


図4

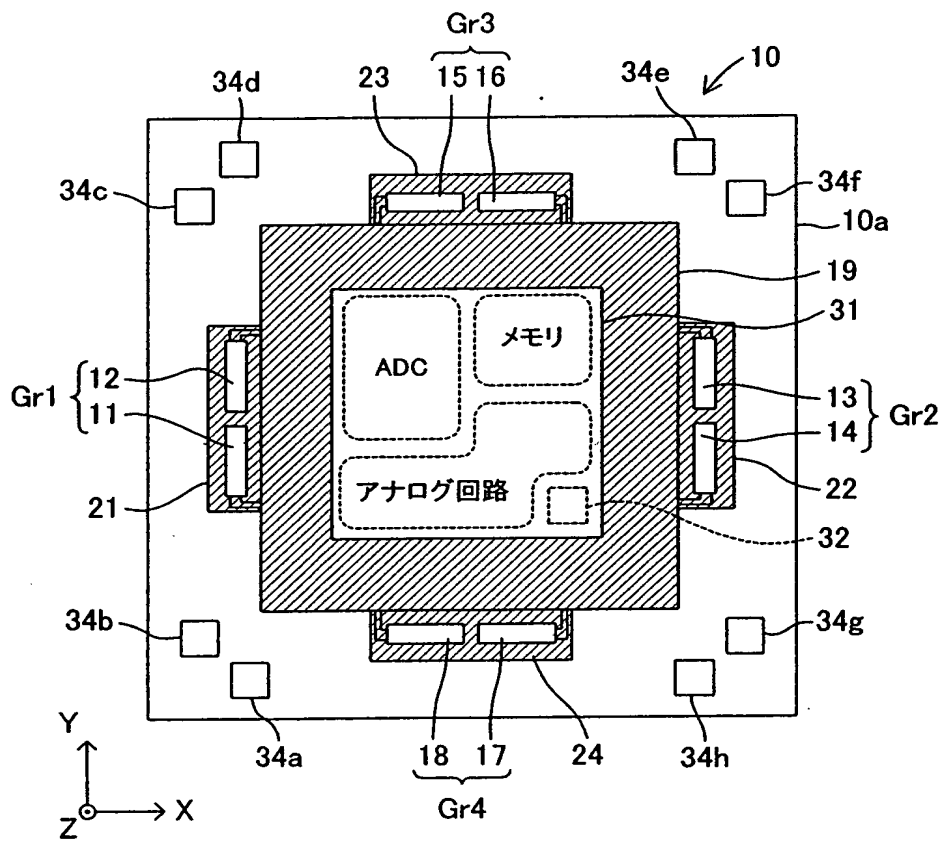


図5

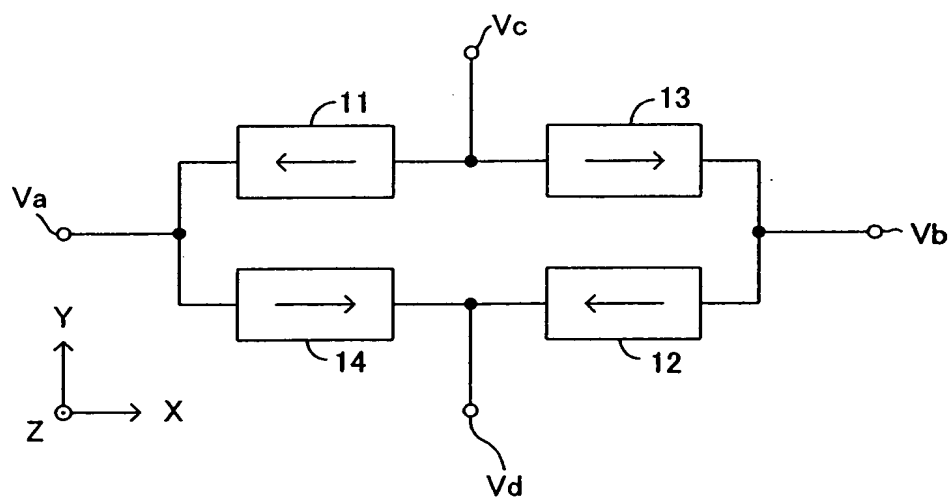


图7

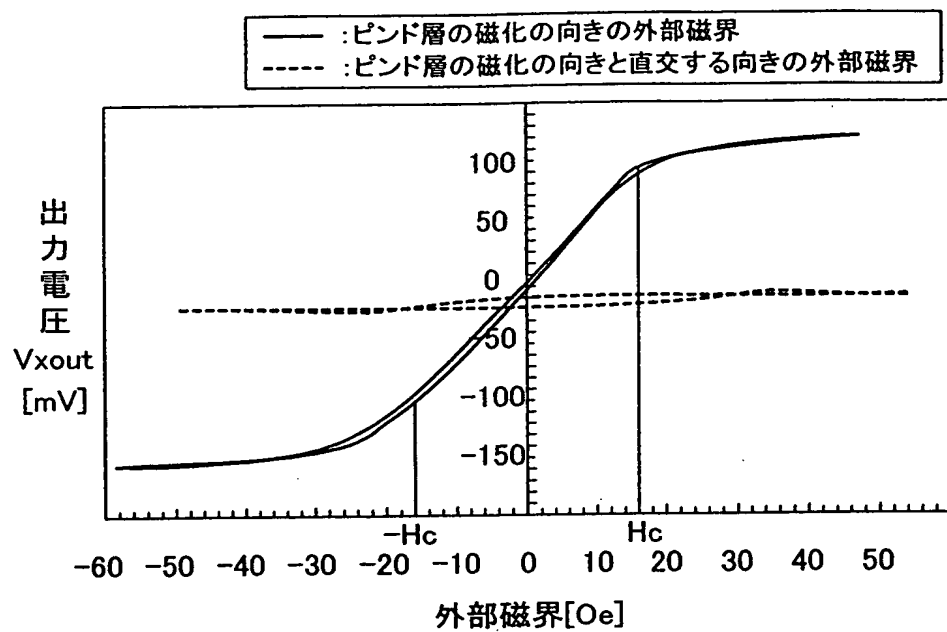


図8

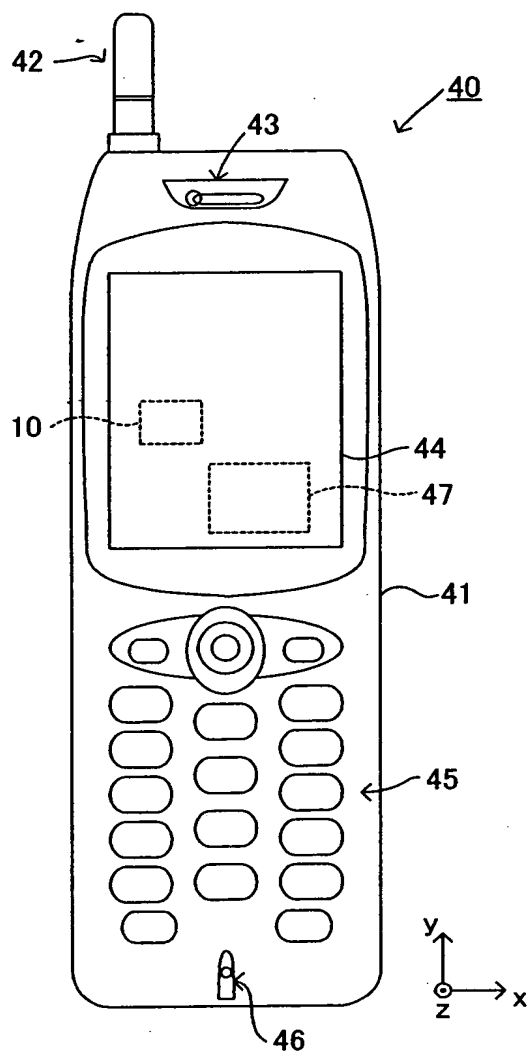


图9

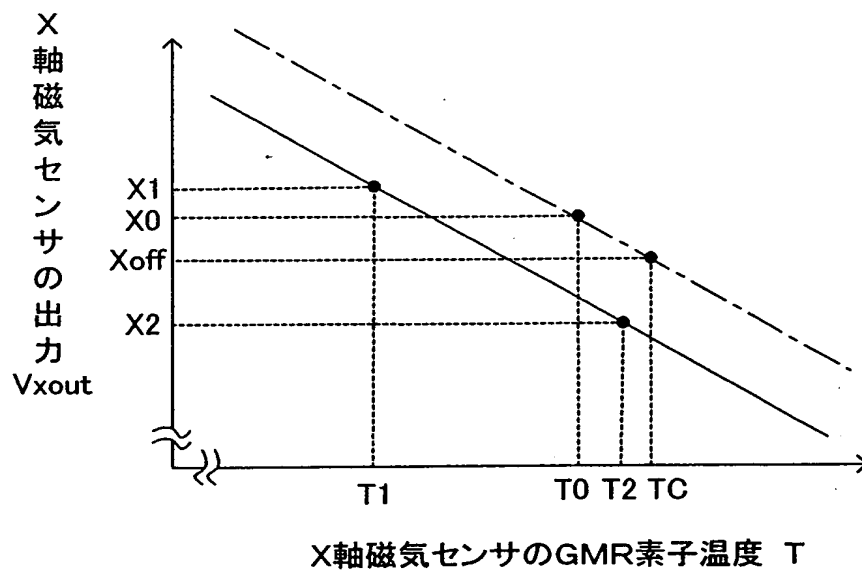


図10

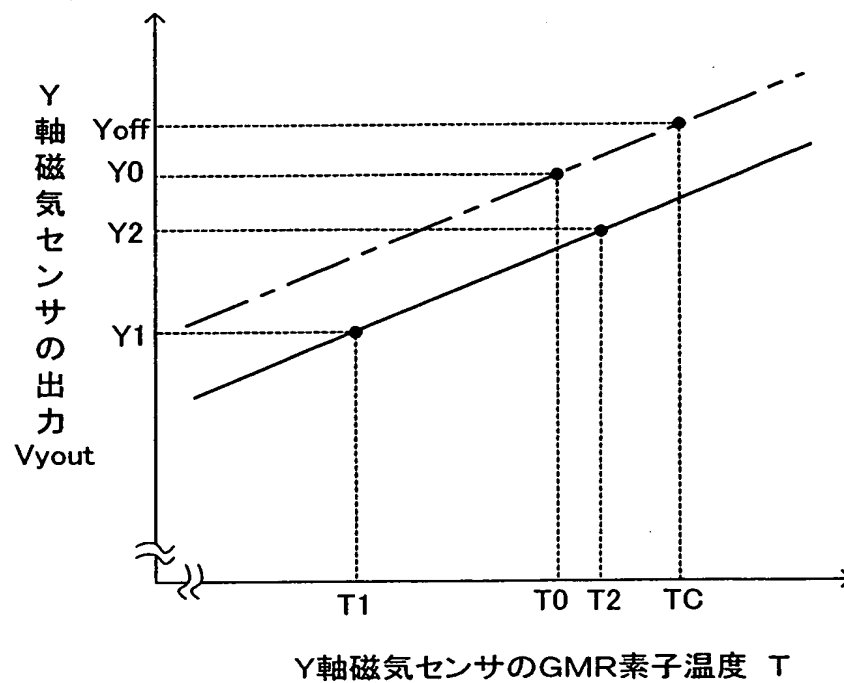


図11

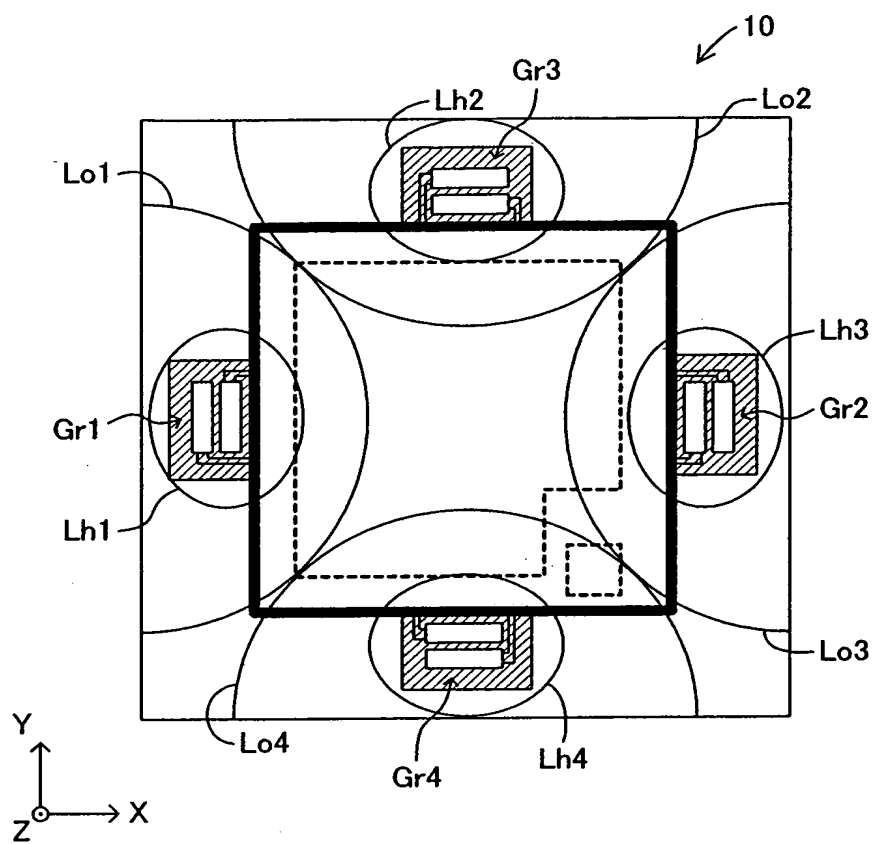


図12

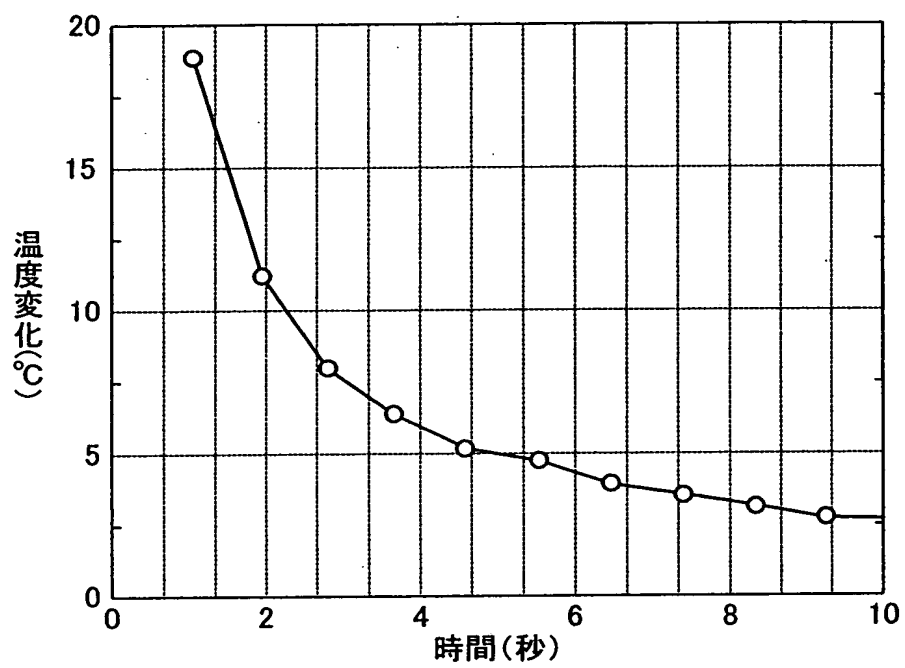


図13

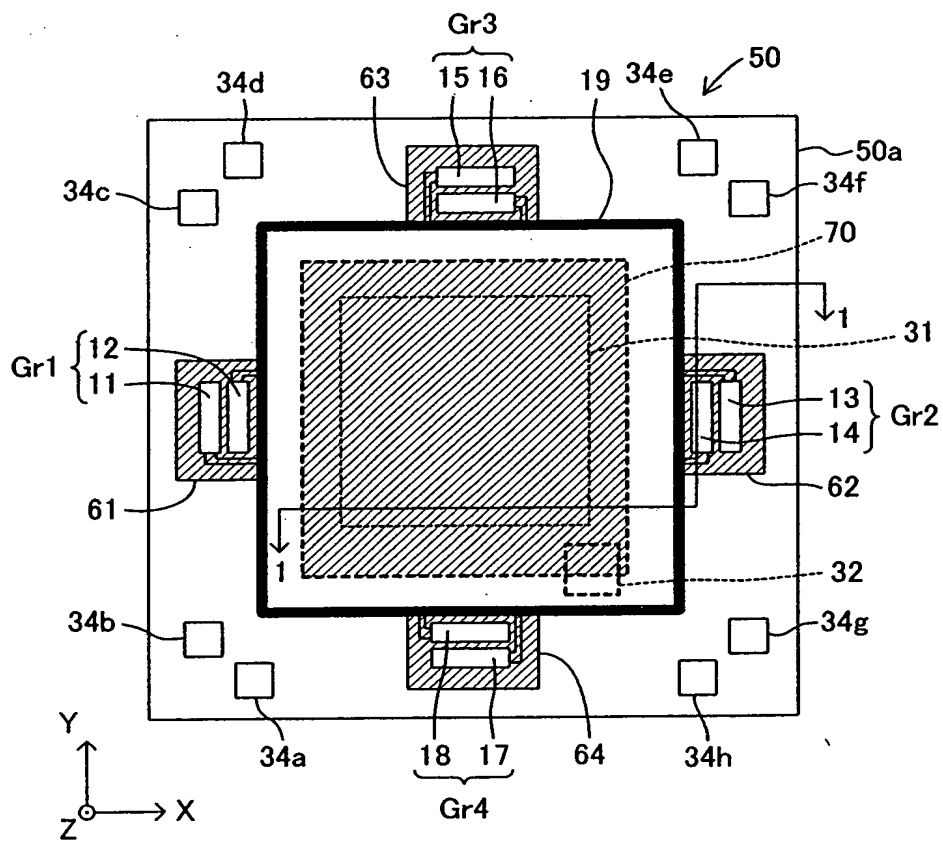


図14

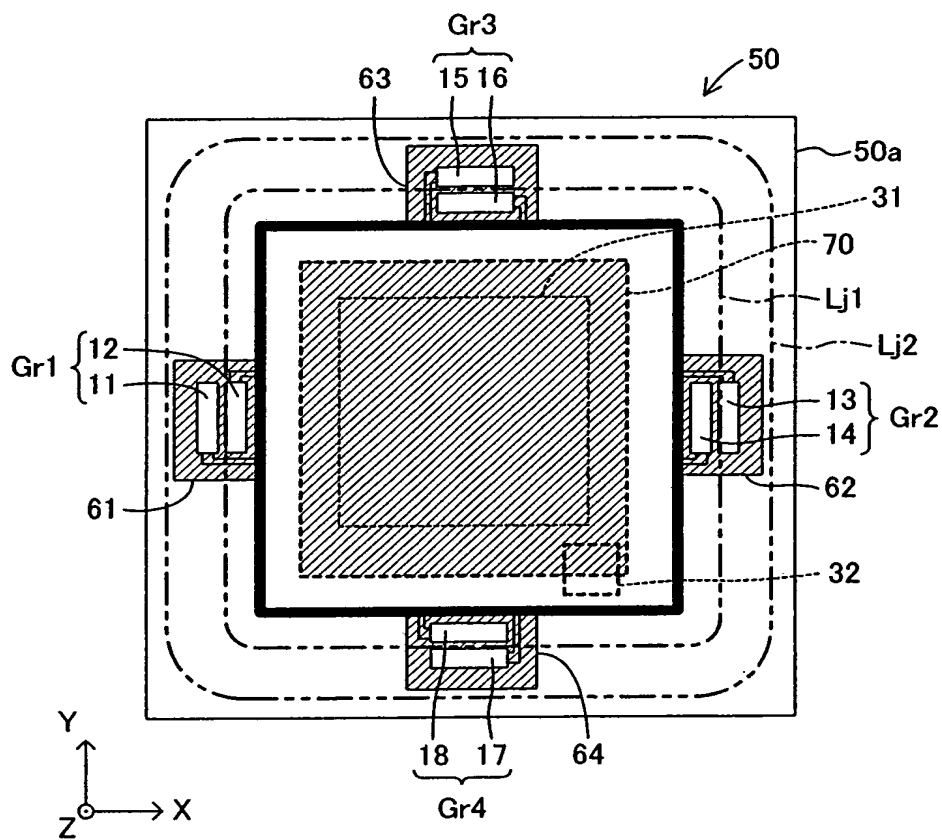


図16

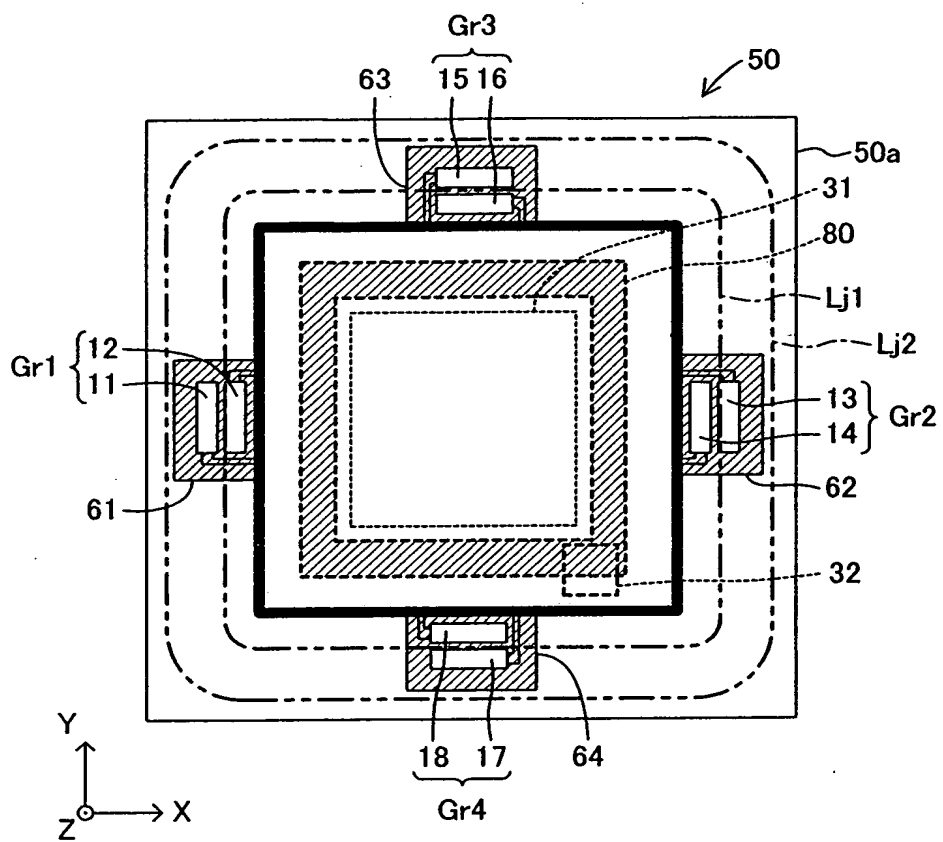


図17

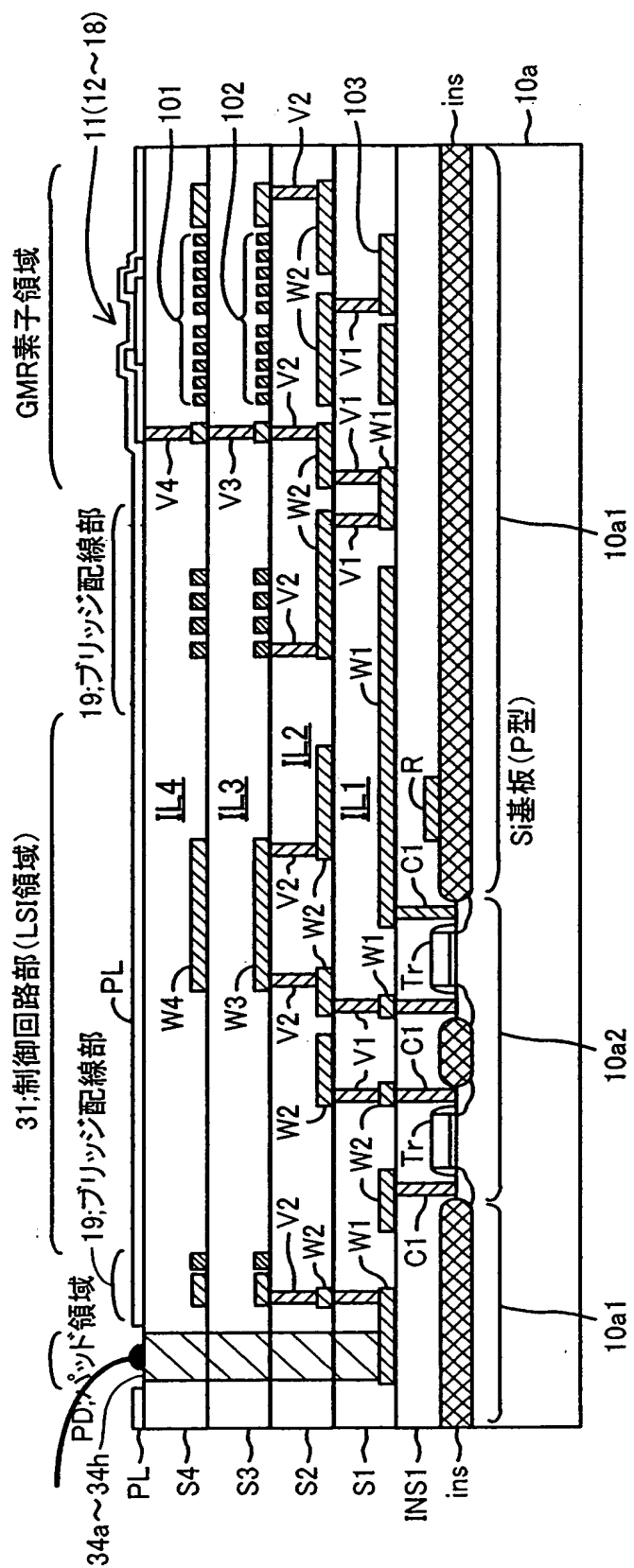


図18